

Mémoire de fin d'études

**Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master
Mention : Agronomie et Agro-Alimentaire
Parcours : Systèmes d'élevage**

Conception de scénarios d'amélioration de la production laitière pour approvisionner une laiterie à Madagascar



Par Sombénéwendé Rasmata ZOUNGRANA

Année de soutenance : 2020

Organisme d'accueil : CIRAD, Unité Mixte de Recherche Innovation

Mémoire de fin d'études

Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master
Mention : Agronomie et Agro-Alimentaire
Parcours : Systèmes d'élevage

**Conception de scénarios d'amélioration de la production
laitière pour approvisionner une laiterie à Madagascar**



Par Sombénéwendé Rasmata ZOUNGRANA

Année de soutenance : 2020

Mémoire préparé sous la direction de :
Charles-Henri MOULIN

Organisme d'accueil : **CIRAD, UMR Innovation**

Présenté le : 16/10/2020

Devant le jury :
Charles-Henri MOULIN
Éric VALL
Amandine LURETTE

Maître de stage : Pierre-Yves LE GAL

Résumé

Nombre de pays africains se voient obliger d'importer du lait en poudre d'Europe à faible coût car leur production locale reste trop faible par rapport à la demande en croissance de leur population. Le projet AfricaMilk centré sur 4 pays connaissant cette situation, est parti de ce constat pour identifier les voies d'amélioration de la production locale de la vache à la laiterie. A Madagascar, le projet travaille avec une des plus grosses laiteries, la Socolait. Celle-ci a fait l'objet de la présente étude, qui vise à concevoir et expérimenter une démarche de scénarisation répondant à la question suivante : comment augmenter de 50% le volume collecté par la laiterie avec un effectif de fournisseurs constants tout en améliorant la régularité des apports de lait tout au long de l'année ? La démarche générale est basée sur la réalisation d'une typologie des exploitations laitières approvisionnant Socolait dans la région de Betafo, puis la construction et la simulation de scénarios améliorés à l'échelle des types d'exploitations, et enfin une agrégation de ces scénarios par type d'exploitation à l'échelle du bassin de collecte. La modélisation est réalisée à l'aide du logiciel CLIFS dédié aux exploitations de polyculture-élevage. Du fait de la pandémie du Covid l'ensemble de travail a été réalisé à distance, en mobilisant des sources variées : études antérieures, enquête exploitation AfricaMilk, base de données livreur de la Socolait, personnes ressource sur place. Cinq types d'exploitation ont été définies en fonction de leur production annuelle livrée et de la productivité moyenne de leurs vaches, dont trois ont été retenus pour le travail de scénarisation : T1 livrant plus de 10 000L de lait par an à partir d'un cheptel de 3 vaches à productivité élevée ; T2a livrant entre 2500L et 7 000 L par an avec un cheptel réduit (1 à 2 vaches) à productivité moyenne à élevée ; T3a livrant moins de 2 000 L par an avec une seule vache. Les deux autres types, considérés comme représentant 20% des apports à la laiterie, ont été jugés peu impactant pour augmenter la production à l'échelle du bassin de collecte. Les leviers explorés pour augmenter la production diffèrent par type. Ils concernent l'utilisation de vaches plus productives, l'augmentation du cheptel, l'amélioration du système d'alimentation et le changement de date de vêlage. Les taux d'augmentation de la production par rapport à la situation initiale varient selon les scénarios et les types, de 8% pour T1 à 61% pour T2a. Un premier scénario agrégé prenant en compte le meilleur scénario par type sans modifier le poids de chaque type permet une augmentation des apports de 39%. Atteindre 50% passe par un basculement de certaines exploitations d'un type peu productif (T2b) vers T2a. Malgré l'absence de travail de terrain, cette étude a permis d'illustrer l'intérêt de la démarche proposée. Des propositions sont faites quant à sa poursuite incluant une participation des différents acteurs, un approfondissement de la connaissance de la diversité des producteurs et un processus de scénarisation plus proche des réalités locales.

Mots clés : modélisation, scénarisation, typologie, exploitation laitière, bassin de collecte

Abstract

Many African countries have to import cheap milk powder from Europe since their small local production does not cover the growing demand of their population for dairy products. Based on that statement the AfricaMilk project was designed in order to identify the ways to improve local production from cows to dairy gates in four countries facing this problem. In Madagascar AfricaMilk works in partnership with one of the biggest dairies, named Socolait, where this study was based. It aims to address the following issue raised by the dairy: how to increase the total milk collected by 50% while smoothing the supply curve during the year, with a steady number of suppliers? The issue was tackled by designing and by virtually experimenting an approach including (i) the design of a farm typology in the Betafo area, (ii) the design and simulation of alternative scenarios per farm type, (iii) the aggregation of the best farm scenarios at the dairy supply area level. The modelling work was carried out with the CLIFS software, specially dedicated to crop-livestock farms. Because of the Covid pandemic the whole study was conducted from France by mobilizing various sources: former studies in the area, farm surveys conducted in the frame of AfricaMilk, the Socolait farm database, and resource persons. Five farm types were defined based on the total milk production delivered to the dairy by each farm and its average milk production per cow. Three of them were selected for the scenario process: T1 providing more than 10,000 l/year from a 3-high productive cow herd, T2a delivering between 2,500 and 7,000 l/year from a small productive herd (1-2 cows), T3a delivering less than 2,000 l/year from a rather poor productive cow. The two other farm types were considered as providing 20% of the total milk collection, but without possibilities to increase their production. The leeways explored to increase milk production per farm varied according to the farm type. It included using more productive cows, increasing herd size, improving forage and feed systems, and spreading calving over the year. Ratio of increase per type and scenario varied from 8% for T1 to 61% for T2a. A first aggregated scenario based on the best scenario per type and the initial weight of each type in the supply area provided a 39% increase of the total delivered production to the dairy. Reaching the 50% objective required to move some of the farms from a low productive type (T2b) to its high productive equivalent (T2a). Although field work was hindered by the pandemic, this study enabled us to illustrate the value of our approach. Some proposals are suggested for the future, including participation of the various stakeholders in the supply area, a better knowledge of the farm diversity and a scenario process closer to the local context.

Key words : modelling, scenario process, typology, dairy farm, supply area

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé de loin et de près dans l'élaboration de mon mémoire de Master 2. Dieu vous bénisse surabondamment et vous donne toujours une bonne santé.

En particulier :

A Pierre Yves LE GAL, mon maître de stage au CIRAD, je vous remercie d'avoir cru en moi, m'avoir soutenu depuis le début, merci pour vos conseils fructueux, vos remarques, votre soutien durant la pandémie de Covid 19, les mots me manquent pour vous exprimer ma gratitude, Dieu vous bénisse et vous comble de grâce.

A Charles-Henri MOULIN, mon tuteur pédagogique de l'institut Agro de SupAgro, merci pour vos conseils, vos disponibilités, vos retours rapides et vos encouragements. Je vous suis tellement reconnaissante.

Aux Enseignants de l'institut Agro de Supagro, en particulier tous les professeurs de SELMET qui m'ont formé depuis mon Master 1, merci j'en ai appris tellement avec vous tous.

A Paulo SALGADO, pour tous les apports concernant les cultures fourragères existantes à Betafo et leurs rendements, grâce à vous j'ai pu construire mes scénarios.

A Mathieu VIGNE et Sarah AUDOUIN pour votre aide et vos apports durant le stage.

A Lynah RAKOTONOELY, merci pour ton aide, tes enquêtes faites à Betafo au vu de l'annulation de mon séjour à Madagascar, pour tes apports et connaissances sur l'élevage à Madagascar, j'ai eu l'impression d'y être parfois.

A Erica VEROMALALANIRINA de Socolait, merci pour la base de données de Socolait

A Alisoa ANDRIAMIARIMALALA, merci pour ton soutien et tes apports sur les systèmes d'élevage malgache.

A Andriamihaja Sitraka MAMINIAINA, merci pour ton aide sur l'identification des exploitations agricoles livrant à Socolait dans la base de données d'AfricaMilk.

Aux personnels du CIRAD de Lavalette bâtiment 15, qui m'ont très bien accueilli.

Dédicace

Je dédie ce Mémoire à mes parents ZOUNGRANA Lassana
et ZOUNGRANA Jacqueline

Merci pour tout Maman et Papa, Je vous aime tellement,
merci d'avoir cru en moi et m'avoir tant soutenu pour mon
séjour en France.

Je dédie ce mémoire aussi à mes petites sœurs chéries,
croyez toujours en vos rêves et n'abandonnez jamais.

Mes mammys, je vous dédicace aussi ce mémoire fruit de
mon travail à l'issue de ma formation de deux ans à l'institut
Agro. Dieu vous garde ultra longtemps auprès de nous.

Table des matières

Résumé	I
Abstract	II
Remerciements	III
Dédicace	IV
Glossaire	IX
Sigles et Acronymes	X
1. Introduction	1
2. Cadre et objectif de l'étude	2
2.1. Contexte	2
2.1.1. Le projet AfricaMilk	2
2.1.2. Zone d'étude	3
2.1.3. Socolait et son bassin de collecte	4
2.2. Objectif de l'étude	6
3. Méthodologie	7
3.1. Approche générale	7
3.2. Protocole initialement envisagé et adaptations liées au Covid 19	8
3.3. Les données exploitations disponibles	9
3.4. Les outils utilisés	10
3.4.1. CLIFS	10
3.4.2. Outil de calcul des rations équilibrant les bilans de fourrage vert	13
3.4.3. Outil de scénarisation du bassin de collecte	14
4. Résultats	15
4.1. Trois types d'exploitation retenus pour la scénarisation du bassin de collecte	15
4.2. Les scénarios de base des exploitations-type retenues	20
4.2.1 T1	20
4.2.2. T2a	21
4.2.3. T3a_M et T3a_N	21
4.3. Les scénarios améliorés des exploitations-type retenues	24
4.3.1. T1	24
4.3.2. T2a	27
4.3.3. T3a_M	31
4.3.4. T3a_N	33

4.4. Scénarios à l'échelle du bassin de collecte	35
4.4.1. Analyse de la base de données « éleveurs » de Socolait	35
4.4.2. Représentation du bassin de collecte initial	37
4.4.3. Scénarios améliorés.....	38
5. Discussion.....	40
5.1. Les leviers d'augmentation de la production laitière dans un contexte de foncier limité .	40
5.1.1. Augmenter la productivité par vache ou augmenter le nombre de vaches.....	40
5.1.2. Augmenter la production fourragère par hectare	41
5.1.3. Faire évoluer les éleveurs d'un type à l'autre.....	42
5.2. Intérêts et limites d'une démarche par simulation avec CLIFS	43
5.3. Perspectives	44
5.3.1. Propositions pour la suite du travail à court terme	44
5.3.2. Perspectives pour la suite du projet	45
Références Bibliographiques.....	48
Annexes	52

Liste des tableaux

Tableau 1. Scénarisation du bassin de collecte.....	15
Tableau 2. Caractérisation et résultats des scénarios de base des 4 types retenus.....	19
Tableau 3. Scénarios améliorés de T1	26
Tableau 4. Scénarios améliorés de T2a	29
Tableau 5. Scénarios améliorés de T3a_M.....	32
Tableau 6. Scénarios améliorés de T3a_N	34
Tableau 7. Proportion (%) de chaque groupe d’effectif de VL et de productivité par VL dans les 774 exploitations recensées.	37
Tableau 8. Production annuelle minimale et maximale (l) par groupe d’effectif VL et de productivité journalière par VL	37
Tableau 9. Situation initiale du bassin de collecte de Betafo et scénario amélioré 1 (SA1) intégrant les meilleurs scénarios par type	38
Tableau 10. Scénario amélioré 2 (SA2) basé sur une augmentation de la part du volume total livrée par T2a (70% au lieu de 55% initialement).....	39

Liste des figures

Figure 1. La région du Vakinankaratra.....	3
Figure 2. Les trois zones d'approvisionnement de Socolait à Vakinankaratra	5
Figure 3. Le réseau de collecte de Socolait	6
Figure 4. Présentation schématique de la démarche suivie pendant l'étude	8
Figure 5. Représentation conceptuelle d'une exploitation de polyculture-élevage.....	11
Figure 6. Structure de CLIFS en trois modules	12
Figure 7. Exemple d'utilisation de l'outil de calcul de rations équilibrant les bilans fourragers	14
Figure 8. Volume de lait livré par an (l) sur les 22 exploitations de Betafo.....	16
Figure 9. Nombre de vache laitière sur les 22 exploitations de Betafo	16
Figure 10. Production laitière par vache et par an (l) sur les 22 exploitations de Betafo.....	16
Figure 11. Répartition des 22 exploitations de Betafo entre les types identifiés.....	17
Figure 12. Quantités journalières (kg) distribuées par fourrage et par vache durant l'année pour les 4 exploitations-type retenues.....	23
Figure 13. Distribution des volumes livrés mensuellement à la laiterie par exploitation-type	23
Figure 14. Comparaison des 4 scénarios simulés pour T1	27
Figure 15. Répartition mensuelle des livraisons de lait pour les scénarios SC1 et SC2 de T2a.....	31
Figure 16. Distribution des 734 exploitations recensées par Socolait en fonction de leur nombre de VL en lactation et de la productivité journalière par VL au moment du recensement	36
Figure 17. Livraisons mensuelles cumulées des quatre types d'exploitation simulées en fonction du scénario considéré	39

Glossaire

Baiboho : Bourrelet de terre pour délimiter les parcelles de riz ; terres de bas-fonds ou plaine

Tanety : Collines, pentes

Sigles et Acronymes

Ariary: Ar

CLIFS: Crops LIvestocks Farm Simulator

CIRAD : Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement

FIFAMANOR : Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana

IMF : Institutions des microfinances

INERA : Institut National de l'Environnement et de Recherches Agricoles

ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

LEAP-Agri : Partenariat UE-Afrique à long terme pour la recherche et l'innovation en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle et d'agriculture durable

Litre : l

UoN : Université de Nairobi et Département d'économie agricole

WUR: Wageningen University and Research

1. Introduction

Avec la croissance démographique, la diversification alimentaire et l'orientation des habitudes alimentaires vers les produits laitiers, la demande en produits d'origine animale ne fait qu'augmenter à Madagascar (Droy *et al.*, 2018). Afin de satisfaire sa population, l'Etat se voit obliger d'importer de la poudre de lait d'Europe à faible coût soit plus de 9000 tonnes par an (FAOSTAT, 2019), car la production nationale est insuffisante et assez coûteuse pour les malgaches (Droy *et al.*, 2018, Andriamiarimalala, 2019). Une politique laitière a été adoptée en 2017 pour accroître la production laitière des exploitations agricoles afin de réduire les importations (Bélières, 2018). Les principaux enjeux de cette politique sont d'augmenter la productivité des vaches des différents élevages (importation de plus de vache de race améliorée), diversifier la transformation du lait et favoriser la commercialisation du lait et des produits laitiers. Cependant, on constate toujours une forte importation du lait par rapport à la production nationale.

Celle-ci est concentrée dans les Hautes Terres, au sud de la région d'Antananarivo, en zone montagneuse constituée de collines et de bas-fonds irrigués où le cheptel bovin est le plus élevé à Madagascar (Dubé, 2010 ; Mouret, 2012 et Ahmim-Richard *et al.*, 2018). Cette zone renferme le triangle laitier incluant les régions Analamanga, Bongolava, Amoron'i Mania et Vakinankaratra représentant 80% du volume de production nationale (Kasprzyk, 2008 ; Mouret, 2012 ; Andriamiarimalala, 2019 et Penot *et al.*, 2019). On y trouve à la fois les laiteries les plus importantes du pays et de nombreuses exploitations de polyculture-élevage, de petite taille mais dont certaines sont orientées sur la production laitière basée sur des cultures fourragères et combinée à une production rizicole vivrière (Starter, 2008 ; Penot *et al.*, 2019 et Bélières, 2020).

Ce potentiel représente un moyen d'augmenter la production nationale et de diminuer la part des importations dès lors que des voies d'amélioration seraient identifiées et mises en place. Ces voies peuvent se limiter à des innovations techniques ciblées, concernant notamment l'alimentation des vaches laitières. Néanmoins ces innovations doivent être replacées aux deux niveaux d'organisation contrôlant concrètement la production laitière. A savoir celui de l'exploitation agricole où le producteur décide de ses choix de production et de ses pratiques, et celui de la laiterie sans laquelle le lait produit trouvera difficilement un débouché au-delà d'un certain volume produit individuellement et collectivement (Le Gal *et al.*, 2007).

Ces deux niveaux constituent l'architecture de base du projet AfricaMilk, qui a développé un partenariat avec deux laiteries du Vakinankaratra, Socolait et Sodimilk, pour étudier comment mieux sécuriser l'approvisionnement en lait local. Dans ce cadre, notre étude, centrée sur la seule laiterie Socolait, vise à répondre à deux questions posées par la laiterie : (i) comment augmenter de 50% le volume collecté par la laiterie avec un effectif de fournisseurs constants ? (ii) Comment améliorer la régularité des apports de lait tout au long de l'année ?

Pour répondre à ces questions nous avons mis en place une démarche basée sur la construction et la simulation de scénarios à l'échelle des exploitations, agrégés ensuite à l'échelle du bassin de collecte. Cette démarche part du principe que (i) les acteurs ont besoin d'informations quantifiées pour alimenter leurs réflexions prospectives sur les voies possibles d'évolution de leurs systèmes de production et (ii) que des outils de simulation dédiés aux contextes et questions traités permettent de fournir ces informations (Le Gal *et al.*, 2011). Bien que l'ensemble de l'étude ait été fortement impacté par la pandémie de Covid 19, nous avons pu mettre en œuvre cette dimension méthodologique présentée dans ce rapport à la fois sous l'angle des outils utilisés et des résultats obtenus à travers les scénarios simulés.

2. Cadre et objectif de l'étude

2.1. Contexte

2.1.1. Le projet AfricaMilk

L'augmentation de la demande en lait dans les pays africains, due au changement des habitudes alimentaires et à la croissance démographique, est le plus souvent non couverte par la production locale et entraîne une augmentation des importations à l'échelle des Etats. Les produits importés (poudre de lait essentiellement) sont souvent plus accessibles financièrement et permettent aux populations de se nourrir. Mais leur dépendance aux importations rend ces pays sensibles aux évolutions des cours internationaux des produits laitiers, et ne permet pas aux filières locales de se développer.

Ce constat fonde le montage du projet AfricaMilk dont l'objectif est de concevoir et de mettre en œuvre des innovations techniques permettant de garantir l'approvisionnement en lait local, en intervenant à deux niveaux d'organisation : l'exploitation agricole produisant le lait et le bassin de collecte des laiteries le transformant avant de le mettre sur le marché. Implanté dans 4 pays (Burkina Faso, Kenya, Madagascar et Sénégal) le projet est financé par le programme LEAP-Agri de l'Union Européenne, pour une durée de 36 mois, de Septembre 2018 jusqu'en Août 2021 (avec possibilité de prolongation en 2022). Les différents partenaires du projet incluent les organismes nationaux de recherche africain (ISRA, INERA, UoN et FIFAMANOR), le CIRAD et WUR pour l'Europe.

Dans chaque pays deux laiteries ont été identifiées pour conduire les tâches suivantes : (i) la mise en place de plates-formes d'innovations laitières (une par laiterie) où les producteurs, les collecteurs et la laiterie peuvent interagir avec les chercheurs autour des actions à mettre en œuvre et des résultats présentés, ; (ii) un diagnostic du fonctionnement des exploitations laitières et de leurs performances ainsi que des circuits de collecte ; (iii) l'identification et le test de techniques innovantes d'alimentation des vaches laitières ; (iv) l'amélioration de la collecte à l'échelle du bassin de collecte de chaque laiterie.

2.1.2. Zone d'étude

Madagascar compte 22 régions, dont le Vakinankaratra située dans la Province d'Antananarivo. Cette région se situe au cœur du triangle laitier (Analamanga, Bongolava et Amoron'i Mania) et représente 80% du volume de production nationale (Rabefenomanantsoa, 2009). Elle se subdivise en 7 districts bien distincts dont 2 qui sont urbains (Antsirabe I et Ambatolampy) et 5 ruraux : Antanifotsy, Antsirabe II, Faratsiho, Betafo et Mandoto (UPDR, 2003). Les producteurs laitiers de la région approvisionnent des transformateurs locaux de taille variable au regard des volumes collectés : industriels comme la Socolait, semi-industriel comme la Sodimilk et artisanaux (Penot *et al.*, 2012 ; Andriamiarimalala, 2019 ; Bélières, 2020). Une grande partie de la production laitière est aussi acheminée quotidiennement par des collecteurs de lait cru vers la capitale régionale Antsirabé, pour être écoulee en partie vers Antananarivo.

La production laitière est assurée par un cheptel bovin composé de vaches de race améliorée métissé entre la Pie Rouge Norvégienne (PRN) et le zébu malagasy ou la Rana venant de FIFAMANOR, de races exotiques (Holstein, PRN) et de races locales zébus malagasy (Mouret, 2012 et Penot *et al.*, 2016). En 2018, on dénombrait 332 000 exploitations agricoles dans la région de Vakinankaratra, avec une tendance à l'augmentation des quantités produites (Bélières et Lancon, 2019).

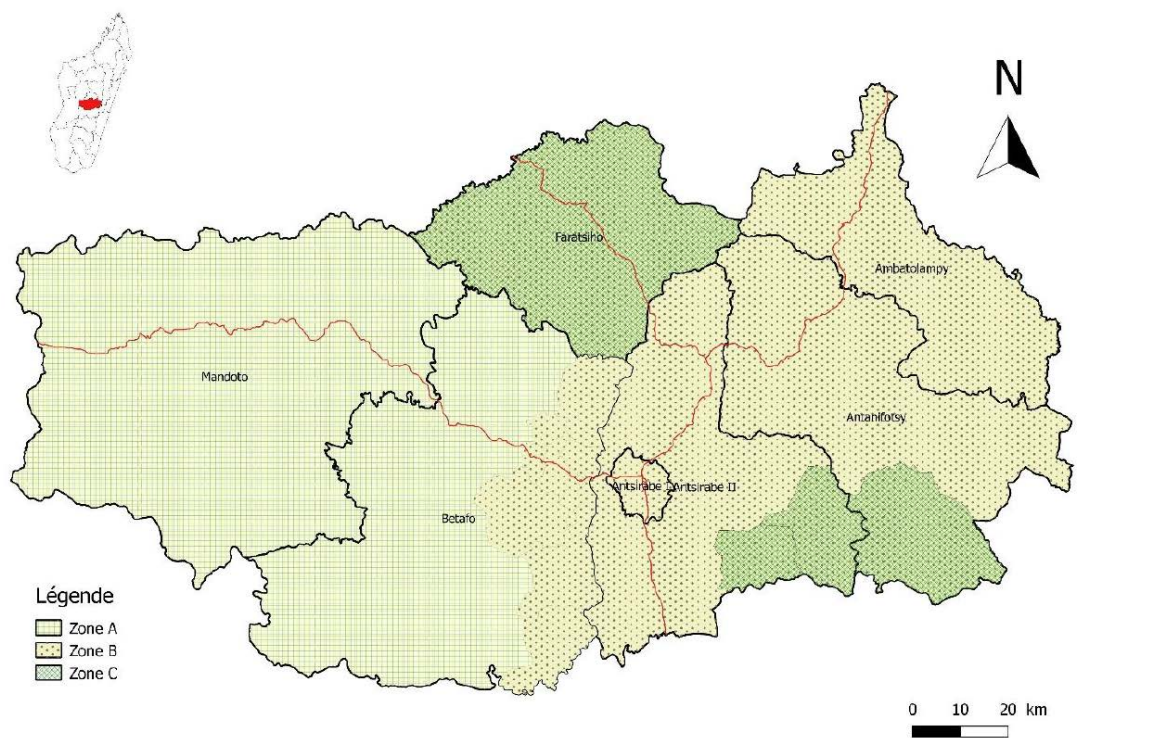


Figure 1. La région du Vakinankaratra.

Zone A : altitude < 1200m ; Zone B : altitude moyenne constitué de bas-fonds et de colline ; Zone C : haute altitude (Source : Andriamiarimalala, 2019)

Parmi les districts ruraux, Betafo, situé à 22 km d'Antsirabe, représente une zone importante de production laitière avec environ 3 500 000 litres collectés par an (Andriamiarimalala, 2019 ; Bélières et Lançon, 2020). Sa proximité d'Antsirabe lui permet d'avoir un accès facilité au marché. Les conditions de sol (volcaniques à bonne fertilité), de pluviométrie (entre 1000 et 1 500 mm) et la présence de réseaux d'irrigation gravitaire favorisent la diversification des cultures, ce même en saison sèche d'avril à octobre (Duba, 2010). Ces conditions bénéficient également aux cultures fourragères, qu'elles soient pratiquées en pluvial sur les collines peu fertiles (tanety) ou dans les bas-fonds et les zones intermédiaires (baiboho) où elles peuvent succéder au riz de saison des pluies. Les exploitations laitières comptent en moyenne 1,5 vache laitière (VL) utilisant plus d'intrants et d'insémination artificielle que dans les autres zones (Kasprzyk, 2008).

2.1.3. Socolait et son bassin de collecte

Créée en 1970 sous le nom de Nestlé S.A, la société ne produisait que du lait concentré avec un système de collecte de lait frais. En 1980 la société a été nationalisée et devient la Société Malagasy des Produits Laitiers SMPL. Vendu en 1992 au groupe Karmaly (du nom de son propriétaire) qui changea son nom en Socolait (Nirinasoa, 2014), elle est reprise en 2012 par le groupe d'actionnaires ADENIA, qui effectue de nombreux changements sur l'usine afin de la rendre plus moderne, avec l'amélioration des lignes de production, le lancement de nouveaux produits et la reprise d'une collecte laitière.

Une politique d'augmentation de la quantité collectée et de la qualité du lait est adoptée et un département spécifique est créé afin d'aider les éleveurs à améliorer leur production. Ce département propose des formations et des appuis *via* des techniciens auprès des acteurs de la chaîne de collecte (éleveurs, pré-collecteurs et collecteurs). Les sept techniciens du service élevage ont pour mission de former, d'accompagner et d'encadrer les éleveurs pour améliorer la productivité à la ferme. Les quatre techniciens du service collecte collaborent directement avec les acteurs de la collecte pour le suivi, l'accompagnement au contrôle de la qualité de lait et la traçabilité. Ils font aussi des études de marché mensuelles pour observer l'évolution des prix du lait et les concurrents de SOCOLAIT dans le bassin d'approvisionnement. Enfin, quatre techniciens, sont responsables du service développement et partenariat. Ils accompagnent les éleveurs dans leur projet et facilitent l'accès aux intrants laitiers et crédits auprès d'institutions (Andriamiarimalala, 2019). Cette politique s'est traduite par une multiplication par 4 des volumes collectés entre 2012 et 2018, une amélioration de la qualité chimique de 4% et un élargissement du réseau de collecte comprenant cinq fois plus de producteurs (Andriamiarimalala, 2019). En 2019, la société a été rachetée par un groupement d'entreprises BASAN, présent dans la grande distribution à Madagascar.

Socolait collecte environ 15000 litres/jour le lait provenant de trois grandes zones (Figure 2). La zone Ouest est implantée dans le district de Betafo. Elle dispose de quatre centres de collecte avec une capacité totale de 11 000 litres/jour et collectant en moyenne 9 750

litres/jour, soit 65% du volume collecté chaque jour (Andriamiarimalala, 2019). La Zone Nord compte trois centres de collecte de capacité totale égale à 7500 litres/jour, mais elle ne livre que 5 000 litres/jour, soit 33% du volume collecté. Le reliquat soit 350 l/j est collecté dans la zone Sud par un seul collecteur. Sur la base de ces moyennes, on peut estimer la quantité collectée par la laiterie à de 5 millions de litres par an, dont 3,5 millions pour le rayon de Betafo.

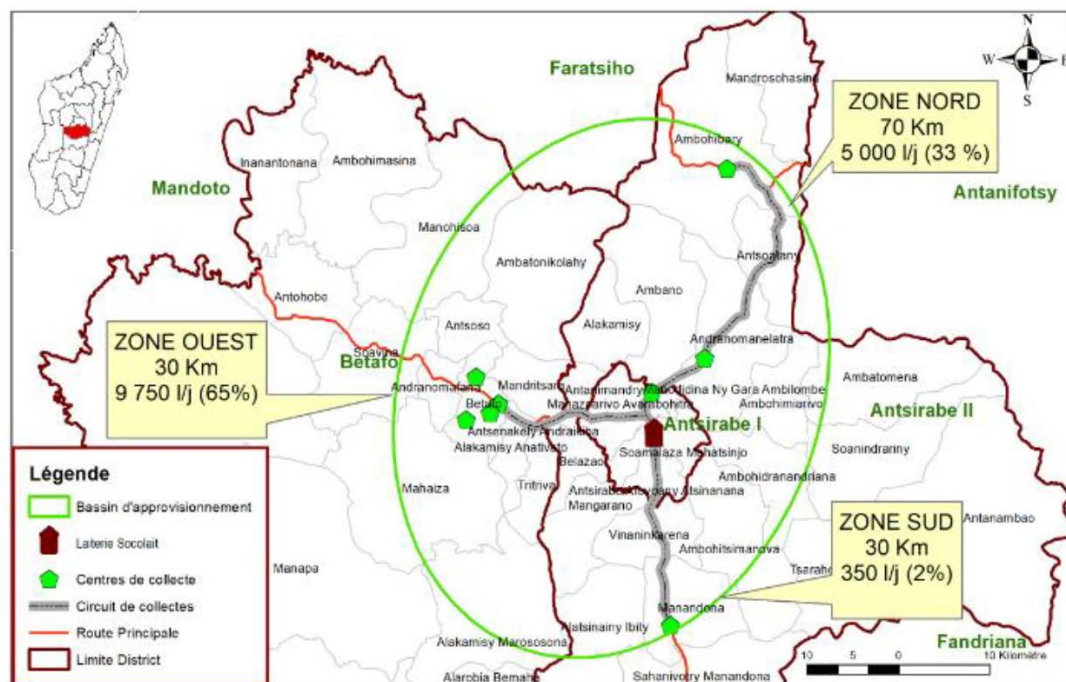


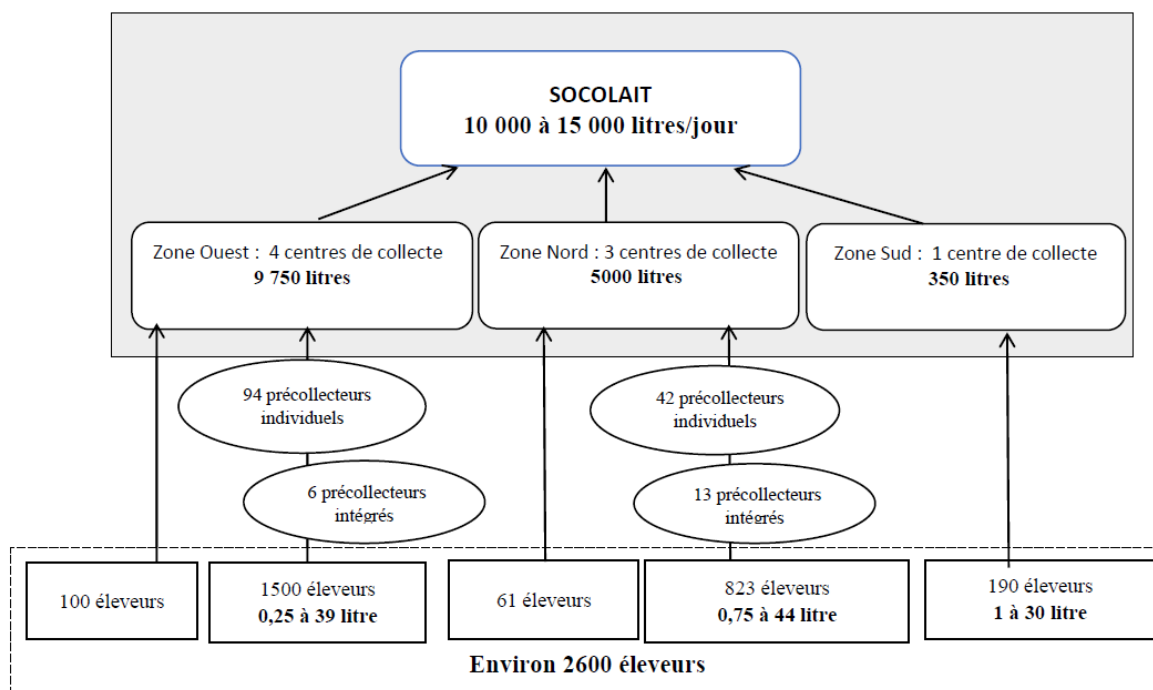
Figure 2. Les trois zones d'approvisionnement de Socolait à Vakinankaratra (source : Andriamiarimalala, 2019)

La collecte est organisée selon deux modalités sur 60 km autour de l'usine (Figure 3) : un circuit long où le lait passe de l'éleveur à un pré-collecteur avant d'arriver à la laiterie (90% des volumes collectés), et un circuit court où la production laitière est directement acheminée au centre de collecte par l'éleveur (10% des volumes collectés). Les circuits longs sont assurés par deux types de pré-collecteurs collectant respectivement 61 et 23% des volumes : des pré-collecteurs dit « individuels » travaillant à leur propre compte et passant un contrat informel et verbal avec les centres de collecte de Socolait, et des pré-collecteurs « intégrés » salariés de la laiterie.

Le lait est rémunéré sur la base de critères physico-chimiques et aucun inhibiteur (antibiotique ou sulfamide) ne doit être présent. Les pré-collecteurs individuels payent également chaque éleveur en fonction du degré d'accessibilité de l'exploitation. Ainsi les exploitations situées dans des zones éloignées avec des routes impraticables sont moins bien rémunérées que les exploitations plus proches des centres de collecte. Le paiement est réalisé directement par le pré collecteur vers l'éleveur en fonction du volume livré. Socolait paie le pré collecteur sur la base des volumes livrés agrégés, de telle sorte que la laiterie ne connaît pas les volumes

livrés individuellement et journalièrement par chaque éleveur. Cet aspect a représenté un frein pour notre étude et la représentation du bassin de collecte.

Aujourd'hui, la laiterie compte 2674 éleveurs, 156 pré-collecteurs (dont 19 intégrés aux centres de collecte) et 8 centres de collecte. Elle transforme entre 10 000 et 15 000 litres de lait par jour selon la saison mais aussi des types de produits laitiers transformés.



(source : Andriamiarimalala, 2019)

Figure 3. Le réseau de collecte de Socolait

2.2. Objectif de l'étude

Il y a trois ans, les deux grands objectifs de la laiterie, étaient de diversifier les gammes de produits et d'augmenter le volume de la production (de 2 300 tonnes de produits finis en 2013 contre 7 000 tonnes en 2018). En 2019, elle disposait d'une gamme de produits incluant des produits laitiers frais et de longue conservation, essentiellement les yaourts pour 62% de la production totale et le lait concentré sucré pour 30% de la production (Ramanantsoa, 2017 ; Andriamiarimalala, 2019).

Récemment Socolait a souhaité augmenter de 50% ses volumes collectés tout en améliorant la régularité des livraisons tout au long de l'année, le tout sans élargir son bassin de collecte. Cet objectif a guidé la mise en œuvre de notre étude, qui vise à fournir aux acteurs du bassin de collecte (laiterie, collecteurs et producteurs) des éléments quantifiés venant nourrir leurs réflexions sur les voies d'évolutions possibles à l'échelle des exploitations, pour atteindre ce

double objectif d'augmentation des volumes et d'atténuation des variations de livraisons à l'échelle du bassin de collecte.

3. Méthodologie

3.1. Approche générale

La méthodologie mise en œuvre pour aider la laiterie et les producteurs à concevoir les voies d'amélioration de la production à même d'augmenter sensiblement la collecte de lait à l'échelle du bassin de collecte repose sur l'utilisation du logiciel CLIFS (Crop Livestock Farm Simulator) (Le Gal et al., 2013). Ce logiciel a été conçu pour aider les producteurs en polyculture-élevage à réfléchir à de nouvelles configurations de leurs systèmes de production. Il a été utilisé en accompagnement individuel de producteurs laitiers au Maroc (Le Gal et al., 2009), au Brésil (Le Gal *et al.*, 2013) ou au Pérou, et d'agro-éleveurs au Burkina-Faso (Andrieu *et al.*, 2012), à Madagascar (Mouret, 2012) et dans le sud-ouest de la France (Ryschawy *et al.*, 2014).

Il fonctionne à l'échelle « exploitation » et son utilisation en lien avec la problématique traitée ici suit les étapes suivantes, présentées lors d'une première réunion à distance avec les représentants de Socolait (Figure 4) :

- Prendre en compte la diversité des exploitations du bassin de collecte à travers une typologie traduisant les différences de production laitière et de saisonnalité de la production de chaque type ;
- Concevoir des scénarios par type à même d'améliorer leurs livraisons tant en quantité totale qu'en saisonnalité (meilleur équilibre entre saison des pluies et saison sèche) ;
- Simuler chaque scénario avec CLIFS pour obtenir sa courbe de livraison mensuelle ;
- Sélectionner pour chaque type le meilleur scénario (production et saisonnalité) ;
- Agréger les courbes de livraison de ces scénarios sur l'ensemble du bassin de collecte étudié en multipliant chaque type par le nombre d'exploitations qu'il représente à cette échelle ;
- Obtenir ainsi la dynamique mensuelle de livraison au niveau du bassin et la quantité annuelle livrée.

En suivant cette démarche, l'objectif est de (i) déterminer pour chaque type d'exploitation retenu les scénarios d'évolution les mieux à même d'améliorer leur production propre autour des composantes en interaction telles que la taille du troupeau (nombre de VL), sa génétique (productivité par VL), la répartition mensuelle des vêlages et le système d'alimentation en lien avec l'assolement fourrager et vivrier mis en œuvre, (ii) identifier l'équilibre à rechercher entre les types en se basant sur le passage de certaines exploitations d'un type peu productif à un autre qui l'est plus.

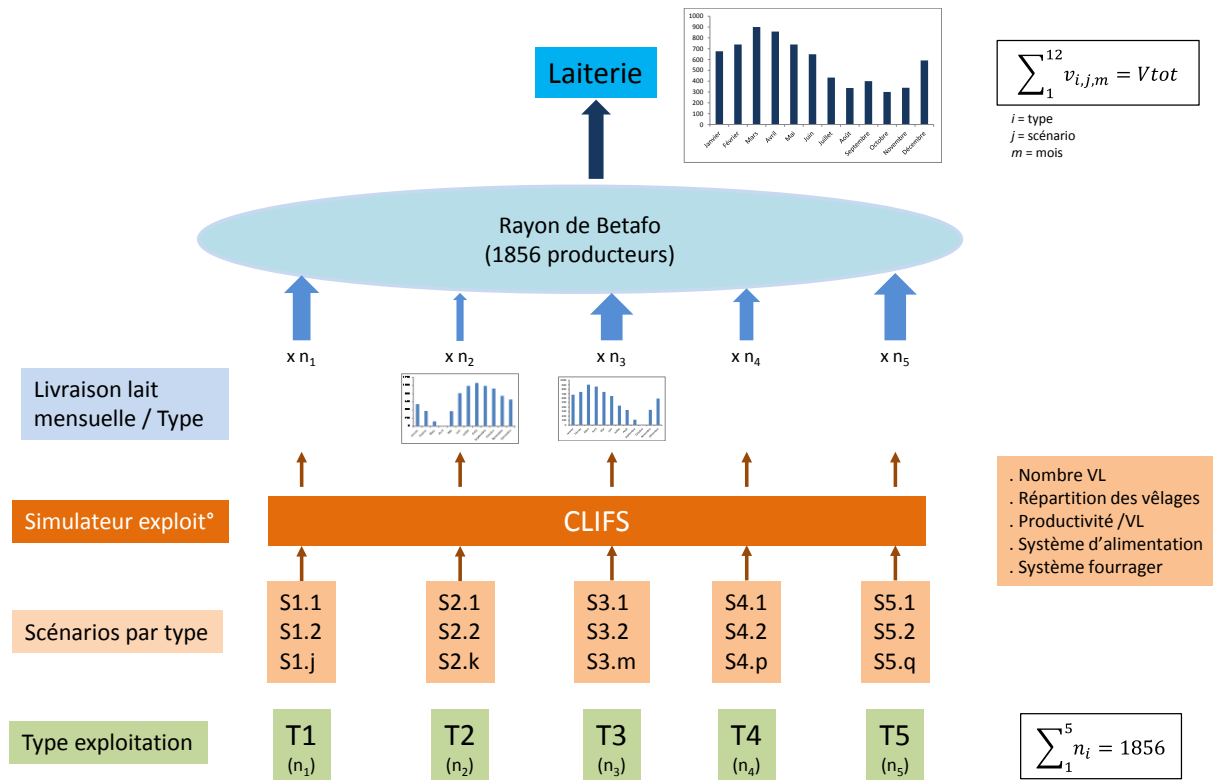


Figure 4. Présentation schématique de la démarche suivie pendant l'étude

3.2. *Protocole initialement envisagé et adaptations liées au Covid 19*

Le protocole envisagé lors du montage de ce stage combinait une période courte de bibliographie et prise en main de CLIFS à Montpellier avec quatre mois de terrain à Madagascar pendant lesquels les activités suivantes étaient prévues :

- Conception de la typologie des exploitations du bassin de collecte à partir d'analyse des données disponibles (base de données AfricaMilk, base de données Socolait) et d'entretiens avec différents acteurs du bassin de collecte (Socolait, FIFAMANOR, Cirad) via la plateforme d'innovation laitière (PIL) en cours de création ;
- Sélection d'une exploitation réelle par type et enquête approfondie de cette exploitation pour créer son scénario de base ;
- Discussion avec chaque producteur « type » des voies d'amélioration possible de son système de production ;
- Conception des scénarios alternatifs à partir de ces discussions, complétées des apports des différents acteurs de la PIL ;
- Simulation de ces scénarios et présentation/discussion avec chaque producteur « type » des résultats ;
- Identification du poids des différents types dans le bassin de collecte avec les acteurs de la PIL ;
- Agrégation des meilleurs scénarios par type à l'échelle du bassin de collecte et présentation/discussion des résultats aux acteurs de la PIL.

Le stage a débuté le 16 mars, soit la veille du confinement généralisé en France suite à la Covid 19. Si l'on y ajoute la fermeture des frontières avec Madagascar, il devenait impossible d'assurer la période pourtant centrale de terrain. Il a été malgré tout décidé de maintenir l'étude, qui pouvait être conduite pour une part à distance grâce à l'utilisation d'outils numériques et de discussion par visioconférence. Néanmoins l'absence de lien avec le terrain a fortement handicapé le déroulement du stage, ne serait-ce que par le manque de connaissance du contexte et l'absence de retours des acteurs producteurs.

Le protocole a été adapté de la manière suivante :

- Par mesure de simplification seul le rayon de Betafo a été pris en compte, d'autant qu'il représente la majorité des apports à la laiterie ;
- La typologie a été conçue en se basant pour une part sur la base de données AfricaMilk, mais le manque d'informations incluses dans cette base par rapport aux besoins des simulations sur CLIFS, ont amené à construire des cas virtuels à partir de la bibliographie (Mouret, 2012) et des apports de personnes ressources (notamment Nirina Lynah Rakotonoely de FIFAMANOR, Erica Veromalalanirina de Socolait, Paulo Salgado du Cirad) ;
- Le poids des types n'a pu réellement être estimé à partir de la base de données « éleveur » envoyé en fin de stage par Socolait, mais une analyse de cette base néanmoins été réalisée pour la recouper avec la typologie réalisée en début de stage ;
- Quelques échanges par visioconférence ont été conduits avec différents intervenants locaux, mais l'éloignement du terrain, la virtualité des cas simulés et les difficultés diverses liées à la situation épidémiologique n'ont pas permis d'aller plus loin en ce sens.

Pour toutes ces raisons le travail présenté dans ce mémoire vise essentiellement à montrer le type de résultats factuels que la démarche initialement présentée permet d'obtenir. En tout état de cause, le protocole initial demandera à être repris ultérieurement pour aller plus loin dans la réflexion et les discussions avec les acteurs de la PIL.

3.3. Les données exploitations disponibles

3.3.1. Base de données AfricaMilk

Dans le cadre du projet AfricaMilk plusieurs enquêtes ont été faites depuis 2018 sur la région de Vakinankaratra en vue d'étudier les systèmes de collecte des deux laiteries Socolait et Sodimilk dans le bassin laitier d'Antsirabe. 101 exploitations laitières ont été enquêtées, dont 22 se situent dans le rayon de Betafo (Annexe 1). Faute de mieux, ce petit échantillon a servi de base initiale pour la construction de la typologie, complétée par des échanges avec les personnes ressources du bassin de collecte et une réflexion plus générale autour des variables clés à prendre en compte pour représenter la diversité des situations.

Tel qu'elle apparait dans cette base de données, la prise en compte de cette diversité ne peut en effet aller au-delà de variables structurelles (surface cultivée, taille du cheptel laitier) et de production (production par VL et par an ; volume de lait livré par an). Les exploitations « type » ont donc été ensuite imaginées en combinant les données issues de cette base et des données issues de rapports d'étude (Duba, 2010 ; Penot *et al.*, 2008 ; Mouret, 2012 ; Klein *et al.*, 2014 ; Penot *et al.*, 2018 ; Andriamiarimalala, 2019 ; Penot *et al.*, 2019 ; Bélières, 2020), la base de données Easy Crop LIVestoCk Intégration emulator E'CLIC (Salgado, 2020) et de simulations antérieures réalisées dans la zone à l'aide de CLIFS (Mouret, 2012).

3.3.2. Base de données Socolait

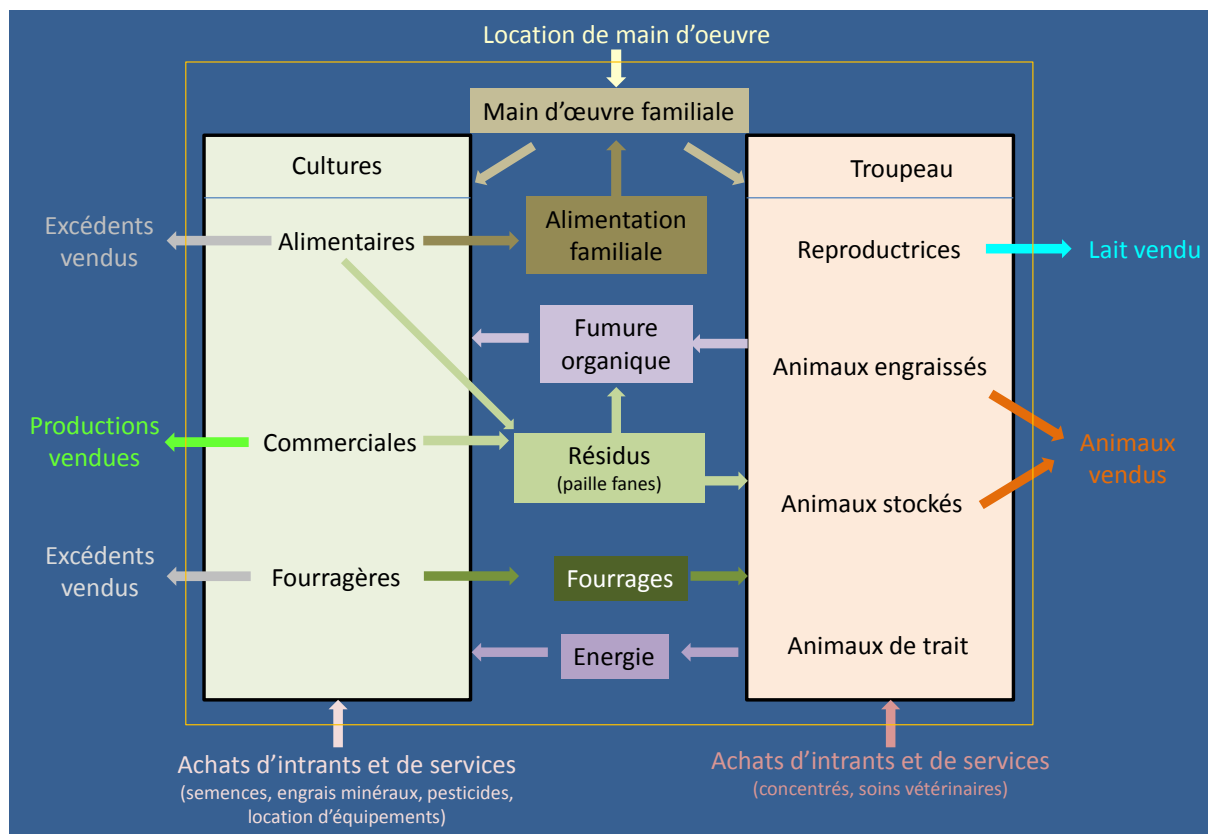
Socolait a réalisé un recensement des éleveurs livrant la laiterie via les pré-collecteurs qui sont en contact direct avec elle. La base de données qui en est issue ne nous est parvenue qu'en fin de stage et n'a donc pas été mobilisée pour la construction de la typologie. Nous l'avons cependant utilisée pour discuter par recoupement de la réalité des types que nous avons imaginés et de leur poids respectif dans la population des éleveurs livrant le rayon de Betafo.

Ce recensement concerne 1876 éleveurs pour lesquels ont été recueillies certaines variables dont, pour ce qui concerne notre étude, le nombre de VL en lactation, le nombre de VL taries, et le volume de lait livré moyen au moment du recensement. Outre le fait que de nombreuses exploitations sont dépourvues de données (pas de livraison ou données manquantes), cette dernière variable ne permet pas de se faire une idée précise de la livraison annuelle de lait par éleveur, qui serait nécessaire pour calculer ensuite la productivité moyenne par VL en fonction de la taille du cheptel.

3.4. Les outils utilisés

3.4.1. CLIFS

CLIFS est basé sur un cadre conceptuel de représentation d'une exploitation de polyculture-élevage prenant en compte les échanges de biomasse végétale (fourrages, résidus de culture, matière première pour les concentrés, productions vivrières) et animale (déjections transformées en fumure organique) entre ateliers de production végétale et animale au sein de l'exploitation (Figure 5).



(Source : Le Gal et al., 2013)

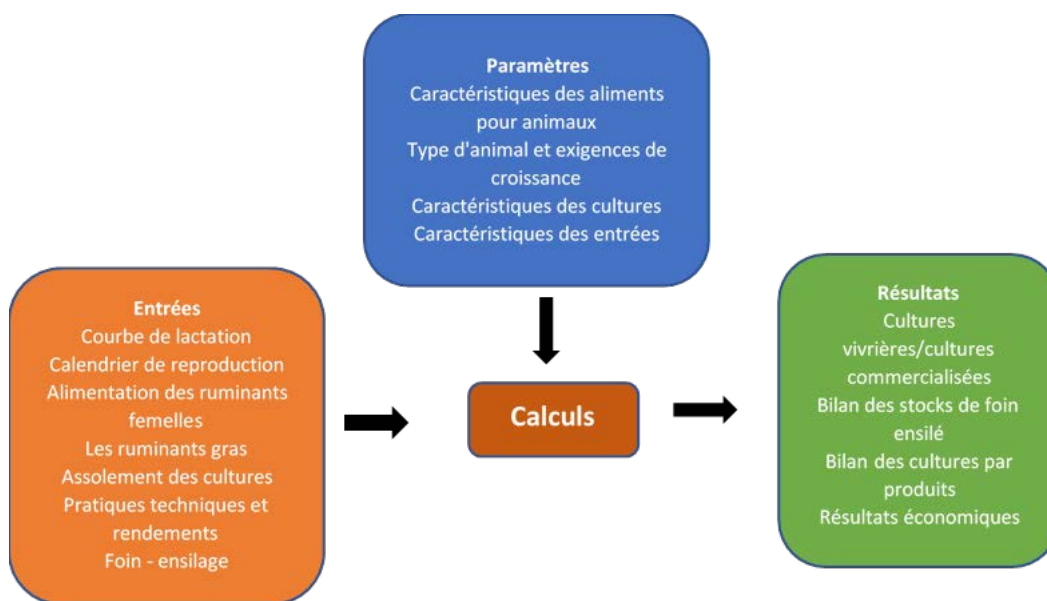
Figure 5. Représentation conceptuelle d'une exploitation de polyculture-élevage

Sur cette base un outil de simulation a été conçu sur tableur qui permet pour une configuration donnée d'exploitation représentée sous la forme d'un scénario, de calculer trois bilans offre-demande (vivrier, fourrages, fumure organique) et les résultats économiques correspondants à cette configuration. La structure générale de l'outil, ses procédures de calcul et les variables de sortie ont été conçus de manière à être compréhensible pour l'utilisateur, tout en fournissant une représentation réaliste de l'exploitation. Les seules équations mécanistes du logiciel concernent la transformation de l'énergie et des protéines apportées par les aliments ingérés des bovins, en lait et viande, et la production de déjections par les animaux (INRA, 2007). Les autres calculs ne font appel qu'aux quatre opérateurs mathématiques.

CLIFS se présente sous la forme d'une série de feuilles Excel regroupées en trois modules de gestion des données d'entrée et de sortie (Figure 6) :

- Le module « Paramètres » regroupe des variables utilisées dans les calculs (ex : valeurs alimentaires des fourrages et des concentrés) ou dans les listes de choix (ex : nom des types d'animaux), dont les valeurs s'appliquent à l'ensemble des exploitations du contexte d'intervention ;
- Le module « Entrées » regroupe toutes les variables permettant de décrire la configuration spécifique d'une exploitation pour un scénario donné. Elles comprennent la

- structure familiale de l'exploitation, les caractéristiques des ateliers d'élevage (caractéristiques des lots d'animaux, systèmes d'alimentation par lot) et de productions végétales (assolement en distinguant cultures vivrières/commerciales et fourragères, les itinéraires techniques, les rendements par bloc de culture) et les prix d'achats et de ventes des intrants et productions ;
- Le module « Sorties » regroupe tous les bilans et les calculs économiques issus des données d'entrées.



(source : Le Gal et al., 2013)

Figure 6. Structure de CLIFS en trois modules

Les trois bilans sont calculés de la manière suivante.

- Le bilan vivrier compare les besoins de la famille pour deux cultures vivrières à spécifier (ex : riz et maïs) à partir de norme de consommation par individu avec les productions de ces deux cultures, elles-mêmes fonction de leurs surfaces respectives et de leurs rendements tels que saisis par l'utilisateur. Ce bilan inclue également les éventuelles consommations de ces cultures par les animaux (cas du maïs rentrant dans les concentrés par exemple).
- Le bilan fourrager compare pour chaque fourrage entrant dans l'alimentation des animaux la quantité produite mensuellement, calculée à partir de sa surface cultivée et de son rendement mensuel (en vert, foin ou ensilage) avec les quantités consommées par les différents lots d'animaux *via* les rations distribuées.
- Le bilan en fumure organique compare les quantités produites à partir des déjections des animaux en stabulation, éventuellement mélangé à un résidu de culture tel que la paille de riz, avec les quantités épandues sur les cultures telles que saisies par l'utilisateur lors de la caractérisation des itinéraires techniques.

Les données telles que les rendements des cultures sont recueillies à partir de différentes sources : producteurs, experts locaux, études sur les cultures existantes dans la région. Chaque configuration d'exploitation saisie sur CLIFS correspond à un scénario dont la simulation se déroule sur une année. Le modèle sous-jacent étant statique, chaque modification doit être saisie et génère un nouveau scénario.

Vu les objectifs de l'étude, CLIFS a été utilisé essentiellement pour calculer la production laitière permise par un bilan fourrager donné en fonction de l'assolement et des rendements saisis d'un côté, des rations distribuées de l'autre. Cette production laitière intègre les éléments suivants :

- Définition de l'objectif de production d'une vache moyenne sur une lactation, en faisant l'hypothèse que celle-ci est ramenée à 12 mois maximum entre deux vêlages. Cet objectif est fonction de la génétique du troupeau, mais peut également dépendre de la ration distribuée venant des ressources alimentaires
- Répartition mensuelle de la production selon une courbe de lactation, composée de deux segments passant par un pic (Annexe 2) ;
- Saisie de la distribution des vêlages dans le troupeau sur l'ensemble de l'année (effectifs par mois). La courbe de production mensuelle totale à atteindre compte tenu de l'objectif par vache est alors calculée en multipliant cette distribution par la courbe de lactation moyenne.
- Saisie des rations, en distinguant les fourrages (vert, foin, ensilage) distribuées par mois calendaire, et les concentrés distribués en fonction du mois depuis le vêlage (Annexe 3)
- Calculs des apports totaux en énergie et azote mensuellement en prenant en compte les quantités et valeurs alimentaires des différents fourrages et des concentrés distribués.
- Calcul de la production mensuelle totale du troupeau laitier en comparant la courbe permise par la ration distribuée et la courbe potentielle. Un graphique est généré montrant les courbes de production liées à l'objectif et celles liées à la ration (Annexe 4). La comparaison de ces deux courbes permet de détecter mois par mois des phénomènes de sur- ou sous-alimentation.

3.4.2. Outil de calcul des rations équilibrant les bilans de fourrage vert

Cette analyse de la ration doit être mise au regard de l'analyse des bilans fourragers, une ration donnée pouvant entraîner des bilans négatifs, donc impossible à mettre en œuvre avec l'assolement et les rendements considérés autrement qu'en achetant du fourrage à l'extérieur de l'exploitation, ou au contraire positifs, traduisant une sous-utilisation des ressources disponibles un mois donné ou sur toute l'année.

S'agissant des fourrages verts consommés au fur et à mesure de leur production dans les parcelles et dont les biomasses produites sont considérées non reportables d'un mois sur l'autre, nous avons complété CLIFS par un outil simple de calcul sur Excel pour rechercher la ration équilibrant les bilans fourragers. Cette feuille de calcul fonctionne de la manière suivante (Figure 7) :

- L'utilisateur saisit directement au clavier le code de l'exploitation et l'effectif de VL.
- Il copie depuis le scénario étudié la ration mensuelle initiale (en bleu) et le bilan mensuel des fourrages verts correspondants (en vert clair).
- L'outil calcule alors le déficit ou excédent journalier par VL lié à ce bilan (vert plus foncé).
- Puis il recalcule la ration qui permet d'équilibrer le bilan pour chaque fourrage.

Cette ration calculée est ensuite recopiée dans le scénario, et sa faisabilité est évaluée en fonction de la capacité d'ingestion des VL. Si le ratio entre les unités d'encombrement des fourrages et la capacité d'ingestion dépasse 100, les quantités effectivement à distribuer doivent être diminuées jusqu'à descendre en deçà ou égale à 100. CLIFS recalcule alors l'ensemble des variables de sortie (productions, bilans fourrages, résultats économiques).

Calcul de la ration sans excédent de fourrage vert													
Exploitation	T3	à saisir											
Nombre VL	1	à saisir											
Bilan fourrage vert initial (à copier)													
Nom Fourrage Vert	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total annuel
Penissetum kizozzi	918	303	188	88	33	0	0	0	0	0	371	434	2334
Avoine	0	0	0	0	0	53	215	215	225	103	0	0	810
Ray Grass	0	0	0	0	0	9	198	260	440	508	930	0	2345
Brachiaria ruziziensis	342	456	322	162	-103	114	0	0	0	0	114	228	1635
Calcul de l'excédent/déficit par jour et par VL													
Penissetum kizozzi	30	10	6	3	1	0	0	0	0	0	12	14	
Avoine	0	0	0	0	0	2	7	7	7	3	0	0	
Ray Grass	0	0	0	0	0	0	6	8	14	16	30	0	
Brachiaria ruziziensis	11	15	10	5	-3	4	0	0	0	0	4	7	
Ration initiale (à copier)													
Penissetum kizozzi	48	56	50	55	55	0	0	0	0	0	50	55	
Avoine	0	0	0	0	0	12	10	10	10	10	0	0	
Ray Grass	0	0	0	0	0	34	32	30	25	22	3	0	
Brachiaria ruziziensis	0	0	8	6	7						0	0	
Ration recalculée pour réduire les excédents de fourrage vert (à copier dans le scénario une fois le calcul réalisé)													
Penissetum kizozzi	78	66	56	58	56	0	0	0	0	0	62	69	
Avoine	0	0	0	0	0	14	17	17	17	13	0	0	
Ray Grass	0	0	0	0	0	34	38	38	39	38	33	0	
Brachiaria ruziziensis	11	15	18	11	4	4	0	0	0	0	4	7	

Figure 7. Exemple d'utilisation de l'outil de calcul de rations équilibrant les bilans fourragers

3.4.3. Outil de scénarisation du bassin de collecte

Un deuxième outil simple de calcul a été mis au point pour calculer le volume total collecté à l'échelle du bassin de collecte selon la combinaison de scénarios en fonction de la part livrée par chaque type dans ce total et de la livraison annuelle de chaque type. Dans un premier temps (situation initiale) l'utilisateur saisit la quantité totale de lait collectée annuellement par la laiterie, la part de chaque type dans ce total (tiré de sa connaissance du bassin de collecte) et la quantité livrée par chaque exploitation du type. L'outil calcule alors le nombre d'éleveurs correspondant à chaque type et le volume total livré par type et par l'ensemble des types pris en compte dans le calcul (dans le cas présenté Tableau 1, seuls trois types sur les cinq identifiés à Socolait sont pris en compte pour près de 80% de la collecte).

Pour calculer ces volumes totaux en changeant de scénarios, il suffit de saisir dans la ligne « scénario alternatif » les nouvelles quantités de lait livrées par type selon les scénarios choisis et simulés par CLIFS. L'outil calcule alors la quantité totale livrée dans cette nouvelle combinaison et l'écart obtenu par rapport à la situation initiale. Il est également possible de construire des scénarios différents du bassin de collecte en faisant varier la part initiale des types. Cette option peut correspondre à des situations où un type plus productif ou disposant de marges de manœuvre plus élevées serait en augmentation *via* des actions ciblées.

Le nombre d'éleveurs par type est également utilisé pour calculer les quantités mensuelles livrées par type puis par agrégation au niveau du bassin de collecte, en le multipliant par les sorties de livraison mensuelle de lait par type calculées par CLIFS pour un scénario donné.

Tableau 1. Scénarisation du bassin de collecte

		T1	T2a	T3a_M	T3a_N	Total	Total Bassin
Situation initiale	% Volume total livré Socolait	14,7	53,5	4,25	4,25	76,7	
	Volume livré par éleveur	12135	7600	1965	1948		
	Nombre d'éleveur	42	246	76	76	441	
	Volume livré par le type	514500	1872500	148750	148750	2535750	3500000
Scénario alternatif	Volume livré par éleveur	13059	9694	3164	2357		
	Volume livré par le type	553676	2388423	239514	179981	3361594	4325844
	Delta par rapport à initial (%)	8	28	61	21	33	24

4. Résultats

4.1. Trois types d'exploitation retenus pour la scénarisation du bassin de collecte

En l'absence de données de terrain suffisamment précises, il a été décidé de construire une classification des exploitations laitières du rayon de Betafo sur la base de leur production totale annuelle livrée à la laiterie, de leur nombre de vaches en production et de la productivité annuelle par vache déduite des deux variables précédentes. Une analyse graphique des 22 exploitations de Betafo incluses dans la base de données AfricaMilk a permis de définir les seuils à considérer pour créer les types (Figure 8, 9, 10). Cette classification a débouché sur les 5 types suivants (Figure 11) :

T1 : Gros livreurs (> 10 000 l) disposant d'un cheptel de 2 VL et plus avec une productivité par VL élevé (>4000 l)

T2 : Livreurs moyens (2500 à 7000 l)

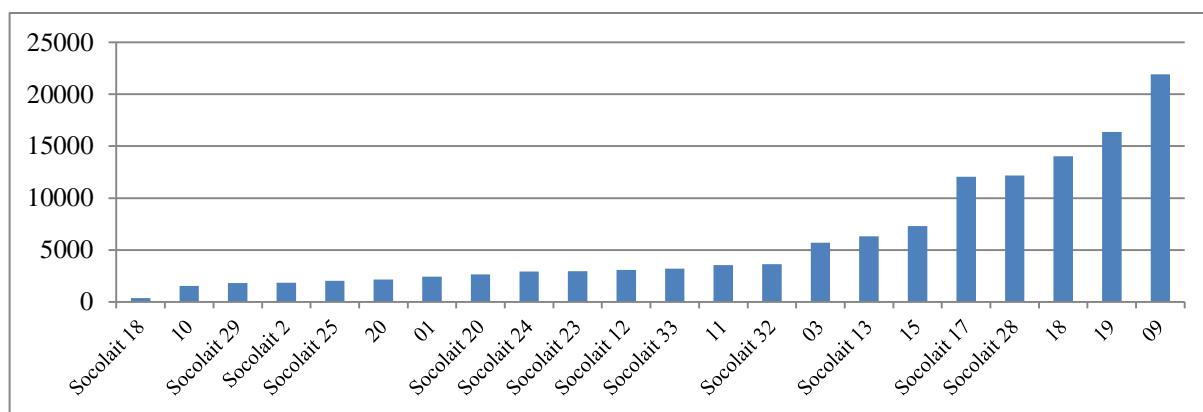
T2a : Petits effectifs (1 à 2 VL) mais productivité par VL moyenne à élevée

T2b : Effectifs supérieur ou égal à 2 VL mais productivité faible à moyenne (<3000 l)

T3 : Petits livreurs (<2500 l)

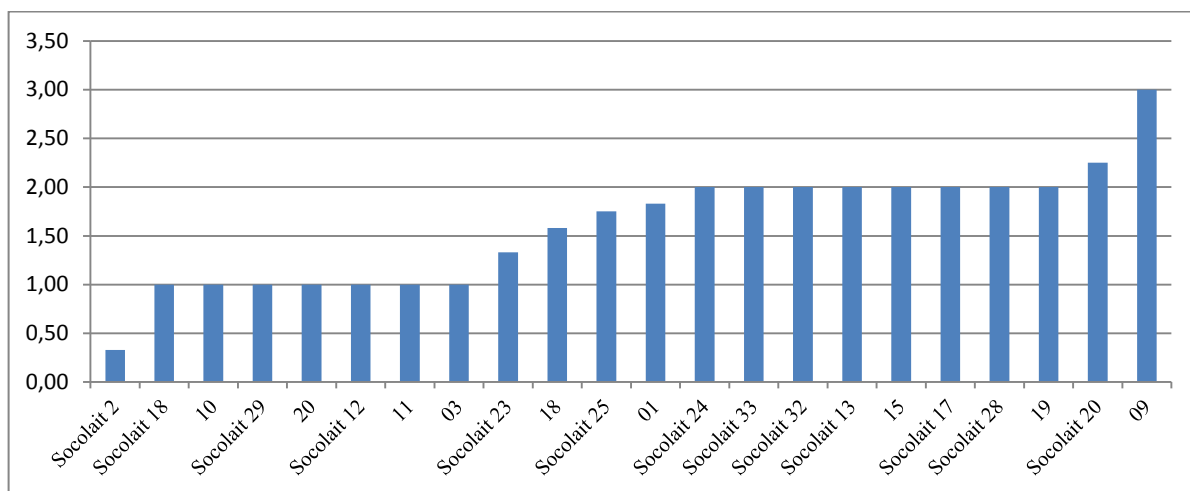
T3a : Petits effectifs (1 VL) et productivité par VL faible à très faible (<2000 l)

T3b : Effectifs supérieur ou égal à 1,5 VL mais productivité très faible (<1000 l)



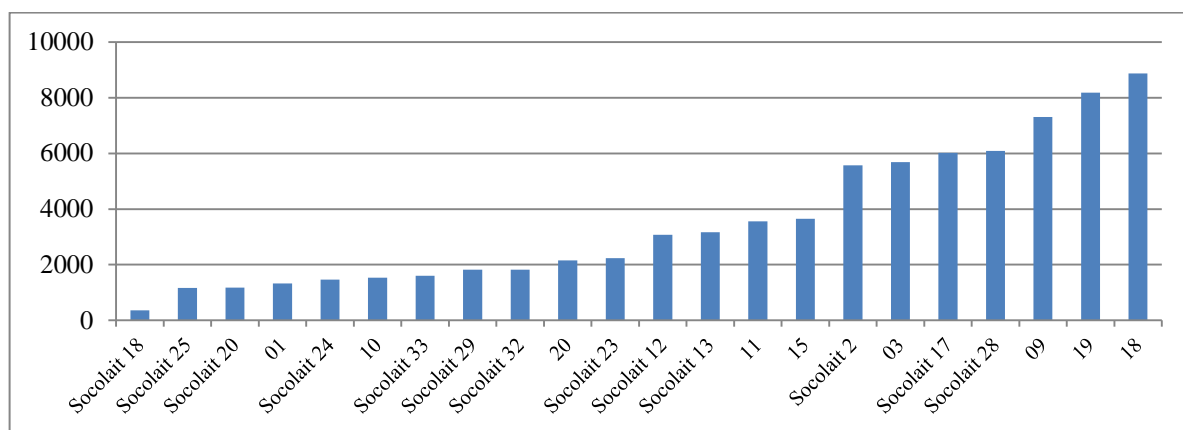
(source : AfricaMilk)

Figure 8. Volume de lait livré par an (l) sur les 22 exploitations de Betafo



(source : AfricaMilk)

Figure 9. Nombre de vache laitière sur les 22 exploitations de Betafo



(source : AfricaMilk)

Figure 10. Production laitière par vache et par an (l) sur les 22 exploitations de Betafo

	F1 <=1,5	E3 >=1,5
P1 <= 2000	T3a Socolait 18 10 Socolait 29	T3b Socolait 25 01 T2b Socolait 20 Socolait 24 Socolait 33 Socolait 32
P2 > 2000 & <=4000	T3a 20 Socolait 23 T2a Socolait 12 11	T2b Socolait 13 15
P3 > 4000	T2a Socolait 2 03	T1 Socolait 17 Socolait 28 09 19 18

Figure 11. Répartition des 22 exploitations de Betafo entre les types identifiés

Parmi les cinq types présentés, seuls trois (T1, T2a et T3a) correspondant aux critères suivants ont été retenus pour la suite du travail : (i) couvrir les trois classes de livraison totale et (ii) avoir une productivité élevée au regard de la classe considérée. Ce second critère part de l'hypothèse que ces exploitations sont intéressées par la production laitière et peuvent souhaiter améliorer leurs performances, ce qui ne serait pas le cas des types T2b et T3b. Ceci étant, une première évolution possible de ces deux types serait d'aller vers leurs équivalents plus productifs, dont le poids augmenterait alors dans l'ensemble des volumes livrés à la laiterie.

Les trois types retenus présentent un certain nombre de points communs. Leurs systèmes d'alimentation des vaches sont basés sur un certain nombre de cultures fourragères. A cet effet, pour nourrir son troupeau de vache laitières l'éleveur produit des types de fourrages différents pour chaque saison. Par exemple le Pennissetum kizozì et le maïs fourrager ne sont cultivés qu'en saison pluvieuse tandis que le radis fourrager, le ray grass, la vesce et l'avoine sont produits en saison sèche sous réserve de bénéficier d'irrigation. Ces fourrages sont récoltés en vert pendant tout leur cycle de production et ont une productivité qui varie en fonction du mois considéré. Les quantités mensuelles distribuables dépendent donc du rendement total de la culture, de sa distribution durant son cycle et de la surface emblavée. Les résidus de cultures sont également utilisés dans l'alimentation des vaches (T1, T2a et T3a novembre). Une partie est coupée et distribuée à l'auge mais elles ne sont pas vendues et peuvent servir de mulch parfois.

Nous avons considéré qu'aucune exploitation n'achète de fourrages cultivables pour alimenter ses vaches ni ne complémente l'alimentation avec des herbes ramassées au bord de la route.

Les concentrés peuvent être produits par l'exploitation à partir de matière première produite par elle-même et/ou achetés sur les marchés, ou achetés à des industries agroalimentaires. Il a également été considéré que les familles consomment en moyenne 1l de lait par jour, et que les veaux sont conservés 3 mois sous la mère, à raison de 6 litres tétés par jour et par veau, avant d'être vendus à l'âge de 3 mois. Les revenus de ces ventes ont été inclus dans les calculs économiques.

Les vaches sont de race métisse zébu de race locale, le malagasy, et Pie rouge Norvégienne. Cette combinaison permet aux éleveurs d'avoir d'une part des vaches assez rustiques pour supporter le climat et les maladies et d'autre part produire plus de lait que les vaches de races locales. Ce métissage varie en fonction des exploitations entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{4}$ de pie rouge norvégienne, expliquant les différences de productivité potentielle.

Partant de ce noyau commun, chaque type se distingue à la fois dans la taille de son atelier lait (nombre de VL), la productivité moyenne par VL, les rations distribuées et son assolement (fourrager et vivier). Ces spécificités ont fourni la caractérisation du scénario de base par type saisis sur CLIFS pour en évaluer les performances techniques et économiques (Tableau 2). T3a ne possédant qu'une seule VL, il a été décidé de le scinder en deux sous-types différant par la date de vêlage de manière à évaluer l'impact de celle-ci sur la saisonnalité de la production.

Tableau 2. Caractérisation et résultats des scénarios de base des 4 types retenus

<i>Assolement et production laitière</i>		<i>T1</i>	<i>T2a</i>	<i>T3a_M</i>	<i>T3a_N</i>
<i>Vache par type</i>	Nombre vache laitière (VL)	3	2	1	1
	Poids vif (kg)	500	400	350	350
	Race	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse
	Potentiel production laitière/VL (l)	4 800	3765	2475	2475
	Mois de vêlage	Avril, octobre, novembre	Février novembre	Mai	Novembre
<i>Production laitière</i>	Production totale du troupeau (l)	14595	7600	2521	2500
	Réalisation du potentiel (%)	100	100	100	100
	Production totale commercialisée (l)	12135	6019	1965	1948
	% lait saison sèche	45	56	55	46
<i>Concentrés utilisés</i>	kg/an/VL	1530	1185	758	741
	kg/l	0,32	0,32	0,31	0,30
<i>Cultures vivrières et commerciales (ha)</i>	Riz paddy	0,39	0,32	0,34	0,34
	Maïs grain	0,19	0,09	0,29	0,05
	Manioc				
	Total	0,58	0,41	0,63	0,39
<i>Cultures fourragères (ha)</i>	Pennissetum kizozzi	0,37	0,20	0,10	
	Maïs fourrager	0,28	0,17		0,34
	Radis fourrager	0,13			
	Ray Grass	0,14	0,04		
	Vesce		0,33		
	Chloris				
	Avoine			0,17	0,17
	Total	0,92	0,74	0,27	0,51
<i>Surface cultivée totale</i>	ha	1,5	1,15	0,90	0,90
	% cultures fourragères	61	64	30	57

<i>Résultats économiques</i>		<i>T1</i>	<i>T2a</i>	<i>T3a_M</i>	<i>T3a_N</i>
<i>Produit brut Elevages</i> (Ar)	Lait	12134885	6019110	1964684	1948214
	Viande	1500000	800000	350000	350000
<i>Produit brut Cultures</i> (Ar)	Maïs grain	0	0	765600	132000
	Manioc	0	0		
<i>Produit brut total (Ar)</i>		13634885	6819110	3080284	2430214
<i>Consommations intermédiaires Elevage (Ar)</i>	Achat concentrés	3131250	1838850	1742250	1704300
	Soins vétérinaires	14400	9600	4800	4800
	Main d'œuvre extérieure	360000	360000	0	0
<i>Consommations intermédiaires Culture (Ar)</i>	Semences	22594	2860	0	0
	Location matériel	370000	200000	0	0
	Main d'œuvre extérieure	624000	512000	544000	544000
<i>Charges (Ar)</i>	Charges totales	4522244	2923310	2291050	2253100
	Charges totales / l produit	310	385	909	901
	Charges totales/l livré	373	486	1166	1157
<i>Marge brute (Ar)</i>	Marge brute totale	9112641	3895800	789234	177114
	Marge brute élevage / l lait produit	649	560	9	18

4.2. Les scénarios de base des exploitations-type retenues

4.2.1 T1

T1 représente les exploitations les plus productives du rayon de Betafo, dépassant 10 000 litres de lait livrés à la Socolait sur l'année. Pour parvenir à ce résultat, le scénario de base de ce type combine une surface de 1,5 ha, un troupeau de 3 vaches en lactation, avec une productivité moyenne potentielle de 4800 l/VL et par lactation. Pour parvenir à atteindre l'objectif de production, 61% de la surface cultivée est consacré aux cultures fourragères, combinant Pennisetum et maïs fourrager en saison des pluies, puis radis fourrager et ray-grass à part égale en saison sèche. Le reste de la surface est cultivé en riz pour nourrir la famille composée d'un ménage avec 3 enfants, et en maïs grain entrant dans la composition de la provende fabriquée par l'exploitation à partir de matières premières également achetées à l'extérieur. Cette provende, composée de 30 kg de manioc, 40 kg de maïs, 20kg de tourteau d'arachide et 10 kg de son de riz pour 100 kg, est complétée par de la drèche de bière concentré disponible dans la région et vendu à faible coût par l'entreprise agro industrielle STAR.

Les vèlages sont répartis en deux périodes : deux en début de saison des pluies (octobre et novembre) et un en début de saison sèche (avril). La ration distribuée (Figure 12) se base sur la combinaison des fourrages de saison des pluies et de saison sèche listée ci-dessus. Elle

permet d'atteindre le potentiel de production espéré, tout en équilibrant le bilan en fourrage vert à partir des surfaces et des rendements retenus (voir Annexe 5). La distribution des vêlages donne une majorité de lait produit en saison des pluies (Figure 13), avec une baisse sensible des livraisons entre août et octobre. Le troupeau produit dans l'année 14 595 l et le lait commercialisé totale est de 12 135 l.

Au plan économique la principale charge liée à l'atelier d'élevage concerne l'achat des concentrés suivie de la location de main d'œuvre extérieure pour réaliser la coupe et la distribution des fourrages tout au long de l'année. Les charges totalisent 373 Ar par litre de lait livré, ce qui permet à l'exploitation de dégager une marge intéressante à partir du lait vendu à raison de 1000 Ar/L, créant un revenu de l'ordre de 9 millions d'Ariary une fois inclus la vente des veaux.

4.2.2. T2a

T2a regroupe des exploitations livrant un volume annuel de l'ordre de 2500 à 7000 l à la laiterie, sur la base d'un troupeau d'une à deux VL et d'une productivité par VL relativement élevée tout en restant inférieure à T1. Pour les besoins de l'étude, il a été décidé de représenter ce groupe par une exploitation cultivant 1,15 ha, dont 63% en cultures fourragères. Celles-ci sont identiques à T1 en saison de pluies, mais le radis est remplacé par la vesce en saison sèche beaucoup plus riche en azote et dont les graines sont réutilisées pour les prochains semis. Comme T1, T2a produit sa propre provende à partir des mêmes matières premières autoproduites (maïs) ou achetés. Cette provende est complétée dans les rations par de la drèche de bière. La productivité des 2 vaches présentes est relativement élevée (3765 l) tout étant inférieure à T1. Le potentiel productif annuel de l'atelier s'établit donc à 7 600L, dont 6000 l livrés à la Socolait.

La répartition des vêlages dans l'année (un en février et l'autre en novembre) permet d'inverser le ratio saison humide / saison sèche observé chez T1, avec 56% de lait produit en saison sèche. Comme pour T1 l'achat des aliments concentrés représente le poste de dépenses le plus élevé. La marge brute totale dégagée est réduite de plus de moitié par rapport à T1 du fait d'un troupeau composé de 2 VL au lieu de 3. Mais cette réduction d'effectif s'accompagne également d'une moindre valorisation des charges par litre de lait produit (marge de 513 Ar / l au lieu de 624).

4.2.3. T3a_M et T3a_N

T3a représente des exploitations de petite taille dotées d'une vache ayant une productivité faible, scindé en deux sous types T3a_M et T3a_N en fonction de la date de vêlage de cette vache (respectivement mai et novembre). Nous avons considéré que ces exploitations cultivent une surface moindre que les précédentes (0,90 ha) dont la sole fourragère varie selon la date de vêlage, à savoir 30% pour T3_M et 57% pour T3_N. En effet les cultures fourragères présentes dans T3_M ont des rendements plus élevés, qui lui permettent de leur

allouer moins de surfaces par rapport à T3_N. Cette différence quantitative s'accompagne d'une différence qualitative en lien avec les besoins des VL. Les deux sous-types donnent de l'avoine en saison sèche mais T3_M base sa ration de saison des pluies sur le Pennisetum alors que T3_N utilise le maïs fourrager, qui présente un moins bon rendement que le Pennisetum mais permet un encombrement plus rapide de l'estomac de la vache.

Dans les deux cas la VL est considérée comme peu productive (2475 l par lactation) du fait d'une moindre proportion de pie rouge norvégienne (1/4). Cette faible productivité amène l'éleveur à ne donner que du tourteau d'arachide en complément des fourrages. Ce tourteau, acheté à l'extérieur car très accessible sur les marchés, est utilisé par certaines exploitations comme concentré de base car il possède une excellente valeur nutritive par rapport aux autres concentrés (maïs, manioc ou son de riz). Du maïs grain est produit et vendu sur le marché pour compléter le revenu tiré de la vente de lait. La production annuelle est équivalente dans les deux sous-types, mais la proportion de lait de saison sèche est majoritaire chez T3_M contrairement au T3_N (respectivement 55 et 46%).

L'achat de tourteau représente le poste de dépense principal de ce type et impacte considérablement la marge dégagée par litre de lait produit, rendant l'activité laitière quasiment neutre en terme économique (respectivement 9 et 18 Ar/L en ne considérant que les revenus tirés de la vente de lait et des veaux). Le tourteau étant l'unique concentré acheté pour la vache revient assez cher à l'exploitation avec plus d'un million d'Ariary (soit 76 % des charges totales). Le revenu est en fait fonction de la vente du maïs grain, ce qui permet T3_M de dégager un montant bien supérieur à T3_N du fait de la plus grande surface consacrée à cette culture.

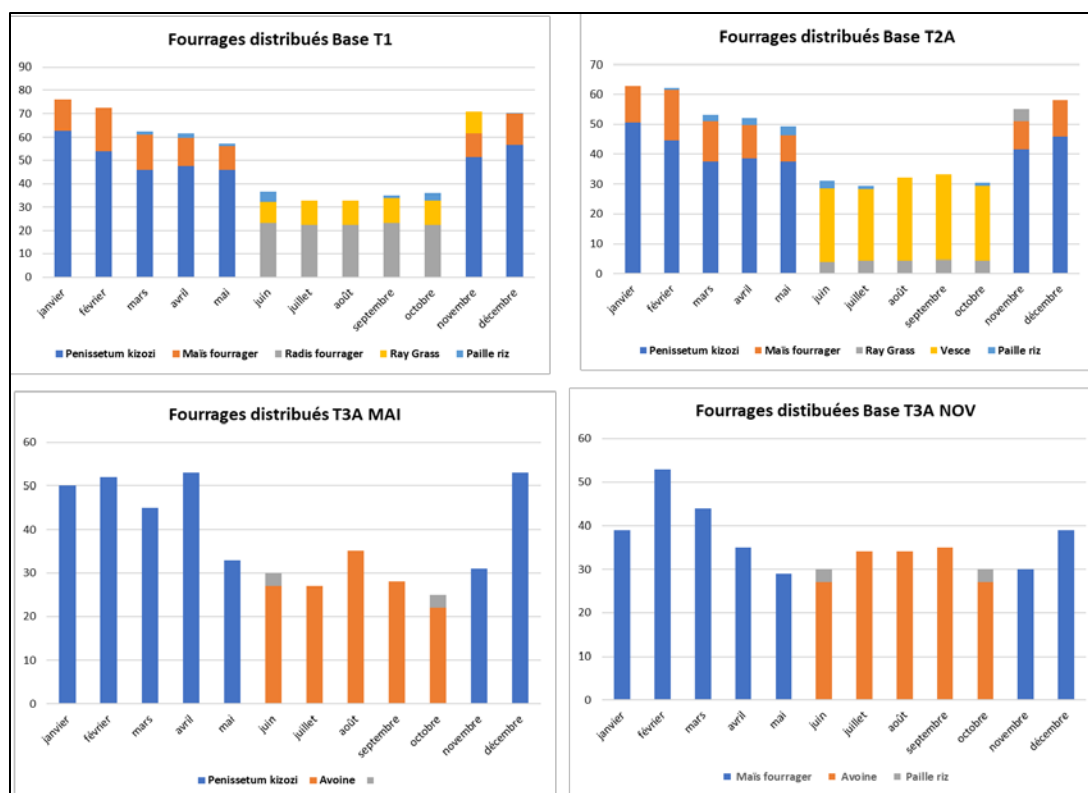


Figure 12. Quantités journalières (kg) distribuées par fourrage et par vache durant l'année pour les 4 exploitations-type retenues

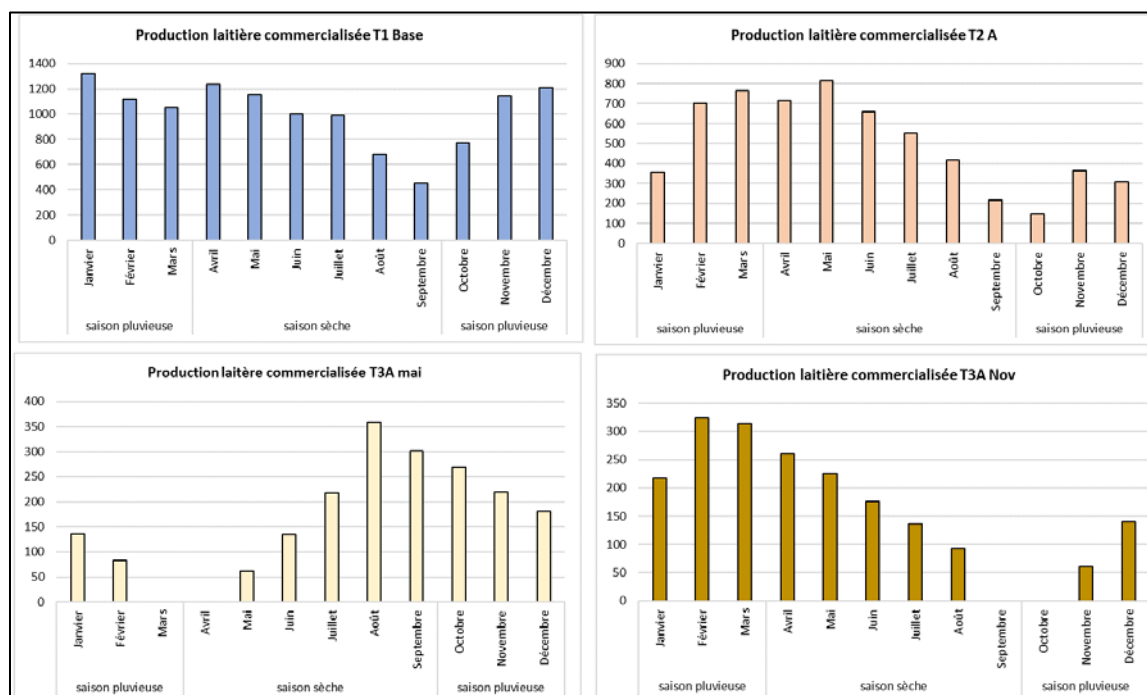


Figure 13. Distribution des volumes livrés mensuellement à la laiterie par exploitation-type

4.3. Les scénarios améliorés des exploitations-type retenues

Notre objectif étant de rechercher comment améliorer la production laitière et/ou la saisonnalité des livraisons à l'échelle du bassin de collecte, nous avons simulé pour chaque type une série de scénarios faisant varier la taille du troupeau et la distribution des vêlages, le système d'alimentation et la productivité potentielle des VL, tout en conservant dans tous les cas la surface totale cultivée et la structure familiale. Tous les scénarios ont été construits de manière à équilibrer l'offre et la demande des fourrages produits et distribués.

4.3.1. T1

Trois scénarios ont été retenus parmi ceux simulés (Tableau 3). SC1 est caractérisé par la présence de vaches de productivité plus élevée que le scénario de base mais en nombre égal (3). Cette augmentation demeure modeste (+280 l) mais permise également par la valorisation de plus de résidus de cultures (voir Annexe 6). La distribution des fourrages reste identique au scénario de base, avec des quantités de *Pennisetum kizazi* légèrement réduites. Les pailles de maïs et de riz sont apportées lorsque les ressources fourragères sont insuffisantes certains mois de l'année (voir Annexe 7). La distribution de la provende est plus importante pour répondre aux besoins de vaches plus productives. Cette réorganisation permet de diminuer les surfaces fourragères de 0,08 ha au bénéfice du maïs grain. Le système d'alimentation permet d'atteindre le potentiel plus élevé des VL et de livrer 810 l supplémentaires, soit une augmentation de 7%.

La distribution des vêlages a été modifiée pour une meilleure répartition des productions laitières, avec un vêlage tous les 4 mois à partir de février. Cette répartition permet de produire 4% de lait en plus en saison sèche. Pour atteindre les objectifs de productions laitières liés à la productivité des vaches, la distribution des concentrés a été augmentée. Ces changements se traduisent par une marge brute totale revenue moindre, à cause de l'augmentation des coûts en concentré. Ce résultat se retrouve dans les charges et marge brute par litre de lait produit, inférieurs au scénario de base et traduisant une mauvaise valorisation des concentrés.

SC2 vise à évaluer la possibilité d'une augmentation du nombre de vache pouvant permettre une augmentation de la production laitière totale livrée. La taille de l'atelier est passé à 4 VL, mais leur productivité moyenne a été abaissée à 3900 l/VL, d'où une augmentation du potentiel de production ne dépassant pas 8% par rapport au scénario de base. Cette diminution de la productivité s'accompagne d'une réduction du poids vif moyen par VL à 400 kg, le tout pour tenir compte de la disponibilité des ressources fourragères sur l'exploitation. Les vêlages sont répartis de manière régulière (tous les 3 mois à partir de février) tout au long de l'année. Cette combinaison permet à ce scénario d'être le plus productif (13000 l livré par an), tout en permettant un bon équilibre des livraisons entre saison sèche et saison des pluies. L'alimentation des vaches est identique à celle du SC1, avec des apports mensuels de *Pennisetum* et de provende plus faibles (voir Annexe 8). Ce scénario permet de dégager la

marge brute la plus élevée, quoique proche du scénario de base (+1,5%) et de SC1. Les dépenses relatives à l'achat des concentrés augmentent en effet de 11,2 % par rapport au SC1 et de 44% par rapport au scénario de base.

SC3 a été conçu dans un objectif d'autonomisation permettant de réduire les charges liées à l'achat des concentrés en les produisant au sein même de l'exploitation. Pour ce faire et atteindre 75% des concentrés utilisés autoproduits (voir Annexe 9), 65% de la surface totale a été consacrée à la production de cultures vivrières et commerciales et l'atelier lait a été réduit à 2 VL avec une productivité moyenne de 4 035 l par lactation. Désormais, il produit du manioc en plus du maïs grain. Le reste des concentrés est acheté à l'extérieur. Le potentiel productif de l'exploitation est alors fortement réduit par rapport au scénario de base (8200 l), ce qui se répercute directement sur son produit brut. Dans le même temps les charges totales baissent de 26%, essentiellement grâce à la réduction des dépenses en concentrés. Les rations distribuées sont en majorité inférieures à celles des autres scénarios. De plus ce réaménagement de l'assolement produit assez de fourrage pour ne pas utiliser de la paille de riz comme dans les deux scénarios précédent (voir Annexe 10). Cette stratégie permet à l'exploitation d'avoir une marge brute plus importante que le scénario de base (soit 39% de plus que le scénario de base) et la meilleure marge brute par litre de lait produit, très largement au-dessus des 3 autres scénarios.

Tableau 3. Scénarios améliorés de T1

<i>Assolement et production laitière</i>		<i>Base T1</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>	<i>SC3</i>
<i>Vache par type</i>	Nombre VL	3	3	4	2
	Poids (kg)	500	500	400	500
	Race	Race	Race	Race	Race
		améliorée	améliorée	améliorée	améliorée
		métisse	métisse	métisse	métisse
	Potentiel production laitière/VL	4 800	5070	3900	4035
	Mois de vêlage	Avril, octobre, novembre	Février, juin et octobre	Février, mai, août et novembre	Mars et septembre
<i>Production laitière</i>	Production totale du troupeau (l)	14595	15402	15802	8193
	Réalisation du potentiel (%)	100	100	100	100
	Production totale commercialisée (l)	12135	12948	13059	6906
	% lait saison sèche	45	49	50	50
<i>Concentrés utilisés</i>	kg/an/VL	1530	1862	1620	1005
	kg/l	0,32	0,37	0,42	0,25
<i>Cultures vivrières et commerciales (ha)</i>	Riz paddy	0,39	0,39	0,39	0,38
	Maïs grain	0,19	0,27	0,20	0,30
	Manioc				0,30
	Total	0,58	0,66	0,59	0,98
<i>Cultures fourragères (ha)</i>	Pennissetum kizozu	0,37	0,29	0,29	0,21
	Maïs fourrager	0,28	0,28	0,36	0,15
	Radis fourrager	0,13	0,13	0,15	0,06
	Ray Grass	0,14	0,14	0,11	0,1
	Vesce				
	Chloris				
	Avoine				
	Total	0,92	0,84	0,91	0,52

<i>Résultats économiques</i>		<i>Base T1</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>	<i>SC3</i>
<i>Produit brut Elevages (Ar)</i>	Lait	12134885	12947882	13059188	6905940
	Viande	1500000	1500000	2000000	1000000
<i>Produit brut Cultures (Ar)</i>	Maïs grain	0	0	0	523800
	Manioc	0	0	0	
<i>Consommations intermédiaires Elevage (Ar)</i>	Achat concentrés	3131250	4054005	4504800	2126850
	Soins vétérinaires	14400	14400	14400	9600
	Main d'œuvre extérieure	360000	360000	360000	360000
<i>Consommations intermédiaires Culture (Ar)</i>	Semences	22594	22594	20911	6060
	Location matériel	370000	290000	290000	210000
	Main d'œuvre extérieure	624000	624000	624000	608000
<i>Charges (Ar)</i>	Charges totales	4522244	5364999	5814111	3321510
	Charges totales / l produit	310	348	368	405
	Charges totales/l livré	373	414	445	481
<i>Marge brute (Ar)</i>	Marge brute totale	9112641	9082883	9245077	8429740
	Marge brute totale / l produit	624	590	585	1029

La comparaison des 3 scénarios alternatifs sur la base des trois variables « production totale commercialisable », « % de lait livré en saison sèche » et « marge brute totale » montre que SC2 est supérieur aux deux autres (Figure 14). Dans ce cas la stratégie consistant à augmenter le troupeau avec des VL un peu moins productives s'avère plus intéressante que celle cherchant à augmenter la productivité par VL à effectif constant. C'est donc SC2 qui sera conservé pour les scénarios à l'échelle du bassin de collecte, en comparaison avec la situation de base.

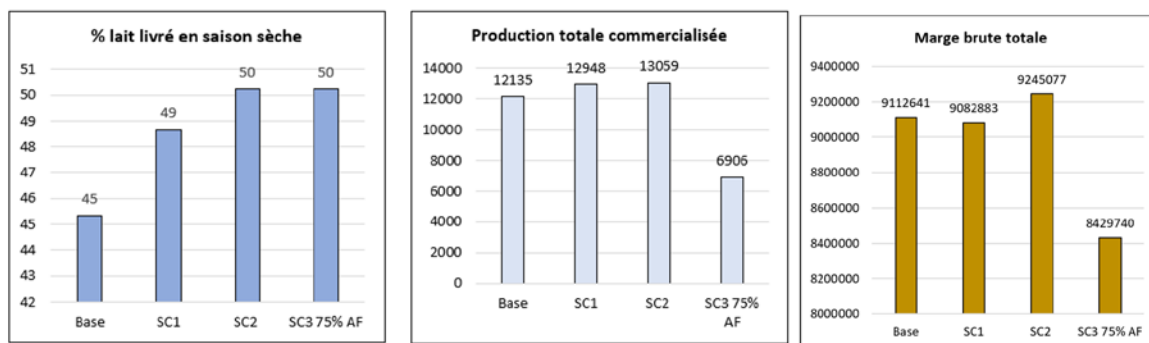


Figure 14. Comparaison des 4 scénarios simulés pour T1

4.3.2. T2a

Deux scénarios ont été conçus pour explorer les possibilités d'augmentation de la production laitière de T2a (Tableau 4). SC1 présente les mêmes caractéristiques que le scénario de base

mais avec un système d'alimentation différent, basé sur l'utilisation du foin de chloris en saison sèche et un apport plus important en concentré. Les surfaces allouées dans le scénario de base au ray grass et à la vesce sont utilisées désormais pour la culture du chloris. Les coupes se font tous les deux mois en janvier, mars et mai. Les ressources fourragères disponibles permettent d'utiliser des vaches avec une productivité légèrement supérieure soit +3,6% par rapport au scénario de base permettant de produire 300 l et de livrer 200 l supplémentaires. Les quantités de fourrages et de concentrés distribuées sont identiques au scénario de base à l'exception du foin de chloris et de la paille de riz (voir Annexe 11). Cependant la marge brute totale dégagée par ce scénario est 14% inférieure à celle du scénario de base à cause de sa dépendance aux concentrés.

SC2 est également basé sur la réorganisation du système d'alimentation, en lien avec une augmentation de la taille du troupeau (+ 1 VL) tout en conservant la même productivité par VL que SC1. Les trois vêlages sont répartis tous les 4 mois de l'année à partir de février. Le radis fourrager est cultivé dans ce scénario pour alimenter les vaches en saison sèche. Il a non seulement un rendement plus élevé que les autres fourrages utilisés pour la saison sèche dans les scénarios précédents mais possède également une bonne valeur nutritionnelle. Le système d'alimentation est identique au scénario de base avec en plus des tiges de maïs distribuées à certains mois de l'année et du radis fourrager en saison sèche (voir Annexe 12). Ce scénario permet d'augmenter sensiblement la production totale commercialisée (+ 3000 l, soit une augmentation de 56% par rapport au scénario de base). Les charges par litre de lait produit n'augmentant que légèrement par rapport au scénario de base, la marge brute totale de ce scénario augmente également de 55% par rapport au scénario de base.

Tableau 4. Scénarios améliorés de T2a

<i>Assolement et production laitière</i>		<i>Base</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>
<i>Vache par type</i>	Nombre VL	2	2	3
	Poids (kg)	400	400	400
	Race	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse
	Potentiel production laitière/VL	3765	3900	3900
	Mois de vêlage	Février et novembre	Février et novembre	Février, juin et octobre
<i>Production laitière</i>	Production totale du troupeau (l)	7600	7873	11847
	Réalisation du potentiel (%)	100	100	100
	Production totale commercialisée (l)	6019	6285	9694
	% lait saison sèche	56	56	49
<i>Concentrés utilisés</i>	kg/an/VL	1185	1275	1500
	kg/l	0,32	0,33	0,26
<i>Cultures vivrières et commerciales (ha)</i>	Riz paddy	0,32	0,32	0,32
	Maïs grain	0,09		0,22
	Manioc			
	Total	0,41	0,32	0,54
<i>Cultures fourragères (ha)</i>	Pennissetum kizozzi	0,2	0,2	0,27
	Maïs fourrager	0,17	0,17	0,16
	Radis fourrager			0,18
	Ray Grass	0,04		
	Vesce	0,33		
	Chloris		0,46	
	Avoine			
	Total	0,74	0,83	0,61

<i>Résultats économiques</i>		<i>Base</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>
<i>Produit brut Elevages (Ar)</i>	Lait	6019110	6284603	9693556
	Viande	800000	800000	1200000
<i>Produit brut Cultures (Ar)</i>	Maïs grain	0	0	0
	Manioc	0	0	0
<i>Consommations intermédiaires Elevage (Ar)</i>	Achat concentrés	1838850	2298750	3700950
	Soins vétérinaires	9600	9600	14400
	Main d'œuvre extérieure	360000	360000	360000
<i>Consommations intermédiaires Culture (Ar)</i>	Semences	2860	0	11880
	Location matériel	200000	200000	270000
	Main d'œuvre extérieure	512000	880000	512000
<i>Charges (Ar)</i>	Charges totales	2923310	3748350	4869230
	Charges totales / l produit	385	476	411
	Charges totales/l livré	486	596	502
<i>Marge brute (Ar)</i>	Marge brute totale	3895800	3336253	6024326
	Marge brute totale / l produit	647	531	621

Sur la base des trois mêmes variables de production, saisonnalité et marge brute, il apparaît que SC2 est le scénario à retenir pour les scénarios au niveau bassin de collecte. Là encore l'effet taille joue directement sur les performances techniques et économiques. Par ailleurs la présence d'une VL supplémentaire permet de mieux étaler les livraisons durant l'année par rapport à SC1 (Figure 15) et d'équilibrer la part de lait livré en saison sèche avec celle livrée en saison des pluies.

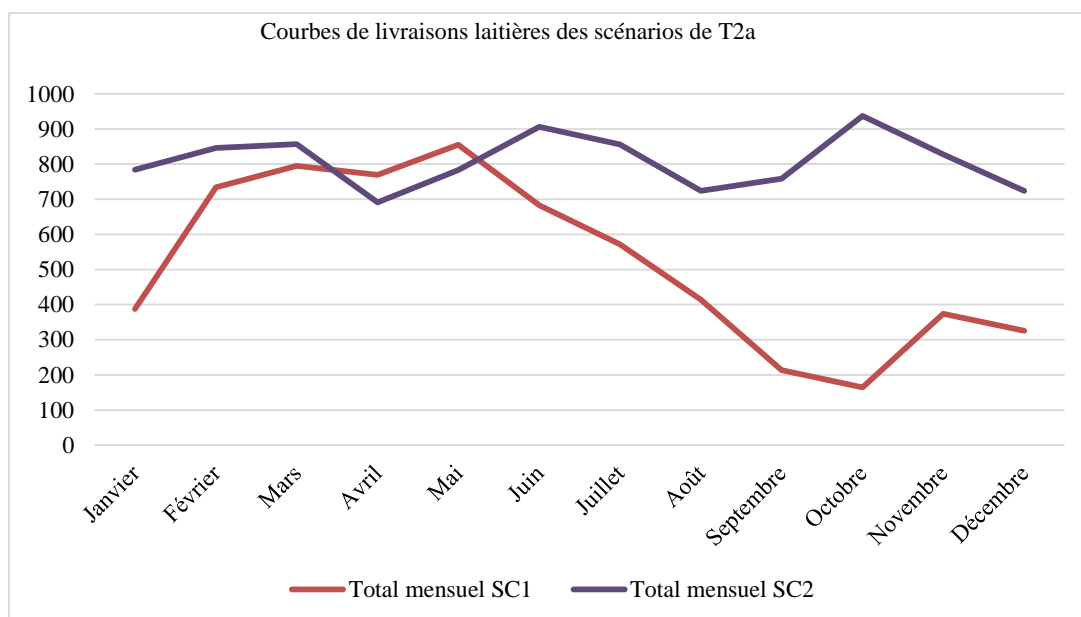


Figure 15. Répartition mensuelle des livraisons de lait pour les scénarios SC1 et SC2 de T2a

4.3.3. T3a_M

Avec la présence d'une seule vache dans l'exploitation et une surface totale faible, nous avons construits deux scénarios à même d'augmenter la production laitière des deux sous-types de T3a. Ces deux scénarios sont basés sur une vache plus productive (+ 500 l par rapport au scénario de base), nourrie à l'aide de concentrés (SC1) ou au contraire en limitant ces achats (SC2). Dans les deux cas la présence d'une seule VL dans l'atelier conduit nécessairement à une saisonnalité plus marquée, avec un pic en saison sèche (T3a_M) ou pluviale (T3a_N) selon la date de vêlage.

Le système d'alimentation du SC1 est organisé de la même façon que le scénario de base, à savoir une distribution de Pennisetum en saison pluvieuse et d'avoine en saison sèche, et un apport de tourteau d'arachide (Tableau 5). Cependant avec une vache plus productive, il a été ajouté des tiges de maïs à certains mois de l'année et les quantités d'aliments ont été légèrement augmentées (voir Annexe 13). L'exploitation utilise plus de concentré, même en fin de lactation pour avoir toujours une production minimale. Ce système permet de produire plus de lait commercialisé (+31% par rapport au scénario de base), tout en augmentant la part livrée en saison sèche. Cependant le coût élevé du tourteau d'arachide impacte la marge brute totale, qui est très inférieur au scénario de base (-116%).

SC2 réduit la quantité de concentré distribuée, et donc les dépenses qui en découlent, en valorisant au maximum les résidus de cultures produits en quantité sur l'exploitation (paille de riz, tige de maïs). Ils ont été incorporés dans l'alimentation des vaches à certains mois de l'année (Annexe 14). Cette stratégie permet de réduire de 5% le coût du concentré et d'avoir une marge brute 30% supérieur au scénario de base. A saisonnalité égale des livraisons, c'est donc ce scénario qui a été retenu pour les simulations à l'échelle du bassin de collecte.

Tableau 5. Scénarios améliorés de T3a_M

<i>Assolement et production laitière</i>		<i>Base</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>
<i>Vache par type</i>	Nombre VL	1	1	1
	Poids (kg)	350	400	400
	Race	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse
	Potentiel production laitière/VL	2475	3105	3105
	Mois de vêlage	Mai	Mai	Mai
<i>Production laitière</i>	Production totale du troupeau (l)	2521	3164	3164
	Réalisation du potentiel (%)	100	100	100
	Production totale commercialisée (l)	1965	2566	2566
	% lait saison sèche	55	60	60
<i>Concentrés utilisés</i>	kg/an/VL	758	1215	891
	kg/l	0,31	0,39	0,29
<i>Cultures vivrières et commerciales (ha)</i>	Riz paddy	0,34	0,34	0,34
	Maïs grain	0,29	0,31	0,31
	Manioc			
	Total	0,63	0,65	0,65
<i>Cultures fourragères (ha)</i>	Pennisetum kizozu	0,105	0,10	0,10
	Maïs fourrager			
	Radis fourrager			
	Ray Grass			
	Vesce			
	Chloris			
	Avoine	0,16	0,16	0,16
	Total	0,265	0,26	0,26

<i>Résultats économiques</i>		<i>Base</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>
<i>Produit brut Elevages (Ar)</i>	Lait	1964684	2566143	2566143
	Viande	350000	350000	350000
<i>Produit brut Cultures (Ar)</i>	Maïs grain	765600	792000	792000
	Manioc			
<i>Consommations intermédiaires Elevage (Ar)</i>	Achat concentrés	1742250	2794500	2049300
	Soins vétérinaires	4800	4800	4800
	Main d'œuvre extérieure	0	0	0
<i>Consommations intermédiaires Culture (Ar)</i>	Semences	0	0	0
	Location matériel	0	0	0
	Main d'œuvre extérieure	544000	544000	544000
<i>Charges (Ar)</i>	Charges totales	2291050	3343300	2598100
	Charges totales / l produit	909	1057	821
	Charges totales/L livré	1166	1303	1012
<i>Marge brute (Ar)</i>	Marge brute totale	789234	364843	1110043
	Marge brute totale / l produit	313	115	351

4.3.4. T3a_N

Le scénario SC1 est construit sur les mêmes bases que T3a_M mais avec un système d'alimentation basé sur du Pennissetum et maïs fourrager en saison pluvieuse, de l'avoine en saison sèche et des tiges de maïs à certains mois de l'année où le fourrage est insuffisant (voir Annexe 15), SC1 permet de produire 400 l supplémentaires et une marge brute deux fois plus élevée par rapport au scénario de base à quantité égale de concentré consommée (Tableau 6).

Le deuxième scénario testé (SC2) modifie la distribution des concentrés de SC1 en réduisant l'apport en tourteau d'arachide à partir du 7^{ème} mois après le vêlage, sans impacter la production laitière. Cette réduction permet de diminuer les charges en concentrés à production équivalente et d'augmenter la marge brute totale de 28% (voir Annexe 16). Ce scénario a été conservé pour l'agrégation au niveau du bassin de collecte.

Tableau 6. Scénarios améliorés de T3a_N

<i>Assolement et production laitière</i>		<i>Base</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>
<i>Vache par type</i>	Nombre VL	1	1	1
	Poids (kg)	350	400	400
	Race	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse	Race améliorée métisse
	Potentiel production laitière/VL	2475	2925	2925
	Mois de vêlage	Novembre	Novembre	Novembre
<i>Production laitière</i>	Production totale du troupeau (l)	2500	2955	2954
	Réalisation du potentiel (%)	100	100	100
	Production totale commercialisée (l)	1948	2357	2356
	% lait saison sèche	46	42	42
<i>Concentrés utilisés</i>	kg/an/VL	741	758	699
	kg/l	0,30	0,26	0,24
<i>Cultures vivrières et commerciales (ha)</i>	Riz paddy	0,34	0,34	0,34
	Maïs grain	0,05	0,04	0,04
	Manioc			
	Total	0,39	0,38	0,38
<i>Cultures fourragères (ha)</i>	Pennissetum kizozzi	0,00	0,05	0,05
	Maïs fourrager	0,34	0,27	0,27
	Radis fourrager	0,00		
	Ray Grass	0,00		
	Vesce	0,00		
	Chloris	0,00		
	Avoine	0,17	0,20	0,2
	Total	0,51	0,52	0,52

<i>Résultats économiques</i>	<i>Base</i>	<i>SC1</i>	<i>SC2</i>
<i>Produit brut Elevages (Ar)</i> Lait	1948214	2356149	2356149,234
Viande	350000	350000	350000
<i>Produit brut Cultures (Ar)</i> Maïs grain	132000	105600	105600
Manioc			
<i>Consommations</i> Achat concentrés	1704300	1742250	1607700
<i>intermédiaires</i> Soins vétérinaires	4800	4800	4800
<i>Elevage (Ar)</i> Main d'œuvre extérieure	0	0	0
<i>Consommations</i> Semences	0	36000	36000
<i>intermédiaires</i> Location matériel	0	0	0
<i>Culture (Ar)</i> Main d'œuvre extérieure	544000	544000	544000
<i>Charges (Ar)</i> Charges totales	2253100	2327050	2192500
Charges totales / l produit	901	787	742
Charges totales/L livré	1157	987	931
<i>Marge brute (Ar)</i> Marge brute totale	177114	484699	619249
Marge brute totale / l produit	71	164	210

4.4. Scénarios à l'échelle du bassin de collecte

4.4.1. Analyse de la base de données « éleveurs » de Socolait

Du fait de sa réception tardive la base de données a été analysée une fois les types d'exploitations choisis et les scénarios par type simulés. Son analyse est néanmoins intéressante pour cadrer le travail réalisé avec une réalité de terrain. Encore que la connaissance de celle-ci demeure perfectible du fait de la méthode utilisée pour collecter les données. La seule donnée « production journalière par exploitation » relevée au moment du recensement ne permet pas en effet d'avoir une bonne idée de la productivité moyenne par VL sur une lactation, ni de la production totale livrée par l'exploitation sur une année. Il est donc difficile de faire le lien avec la classification réalisée au début de l'étude à partir des 22 exploitations enquêtées dans le cadre de la base de données AfricaMilk.

La base de données « Socolait » recense 1856 éleveurs, dont 776 ont au moins une vache mais aucune donnée de production moyenne par jour mentionnée dans le fichier, 10 n'ont aucune donnée concernant le nombre de VL et la production et 336 ont une production livrée nulle, dont 19 seulement ont 1 ou 2 VL mentionnées mais taries. Il en ressort donc que pour 1122 éleveurs recensés les données de production/Livraison sont ou nulles, ou non identifiées. Le volume collecté recensé repose donc sur 734 éleveurs, dont on ne connaît que la livraison à un instant *t* de l'année. Multiplié par 365 jours (ce qui est en soi une extrapolation osée) ces éleveurs fourniraient 2 330 000 l de lait sur l'année, à comparer aux 3 500 000 l annoncés par la laiterie pour le rayon de Betafo.

Ceci étant il est possible d'analyser pour cette sous-population la distribution des exploitations en termes de nombre de VL en lactation et de production journalière par VL le jour du recensement. S'il existe une grande diversité de situation (Figure 16), quasiment la moitié des exploitations ont une seule VL produisant moins de 5 l par jour (Tableau 7 et 8). Seules 14% des exploitations ont deux VL ou plus en lactation, avec seulement 10 exploitations allant au-delà de 2 VL. Si l'on recoupe ces données extrapolées à 365 jours avec les choix réalisés en matière de simulation par type, on constate (i) que les types non représentés (T2b et T3b) représenteraient la moitié de la population des livreurs effectifs, (ii) que le type T3a choisi est dans la fourchette basse de son groupe, d'autant que le groupe des exploitations possédant une seule VL très productive n'est pas représenté, alors que T2a et T1 fournissent une représentation plausible de leurs groupes respectifs tout en ne pesant que pour respectivement 7% et 2% des effectifs recensés. Ce rapprochement laisse néanmoins en suspens la situation des livreurs ne livrant pas le jour du recensement, et ceux dont les données sont absentes.

Ce constat amène à relativiser la portée des valeurs fournies par les scénarios « bassin de collecte » présentés dans la section suivante. L'intérêt de ces scénarios est essentiellement de montrer le type de résultats sur lesquels débouche la démarche mise en œuvre dans cette étude, et par là même de souligner la connaissance plus fine des éleveurs qui serait nécessaire pour aller plus loin et mieux coller à la réalité du terrain.

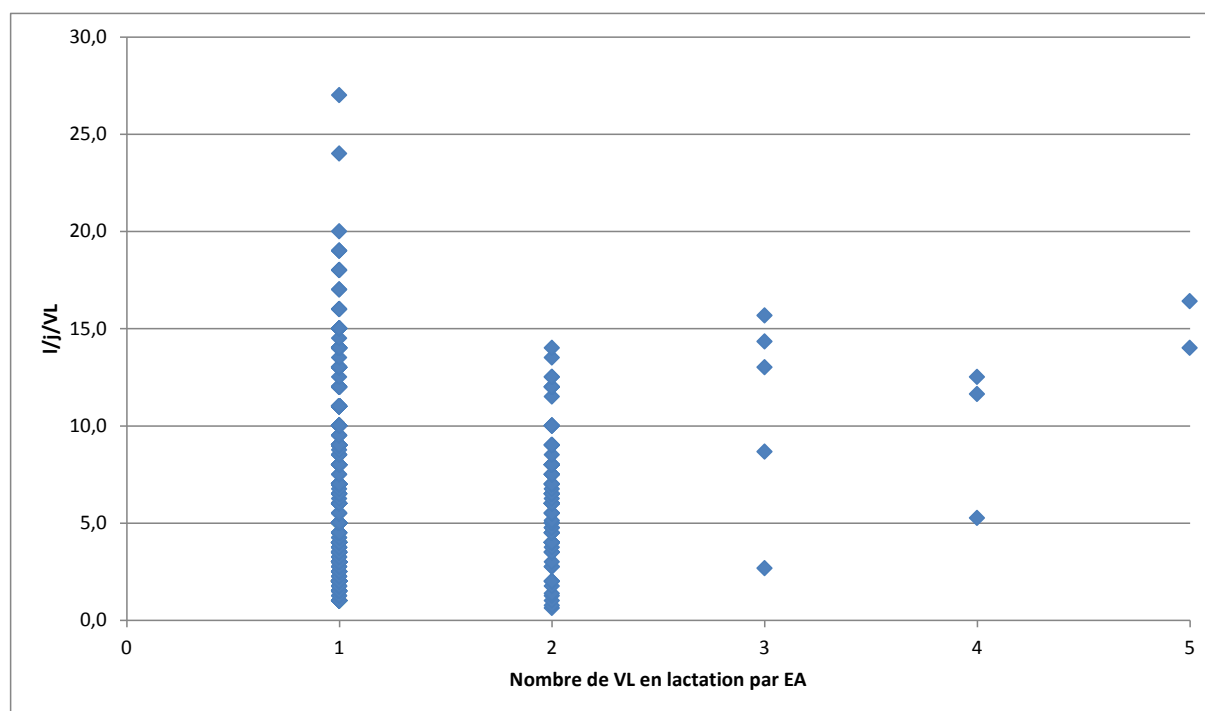


Figure 16. Distribution des 734 exploitations recensées par Socolait en fonction de leur nombre de VL en lactation et de la productivité journalière par VL au moment du recensement

Tableau 7. Proportion (%) de chaque groupe d'effectif de VL et de productivité par VL dans les 774 exploitations recensées.

		Productivité par VL (l/j)			Total
		0-5	5-10	>10	
Effectif VL	1	46	27	13	86
	>1	5	7	2	14
Total		51	34	16	100

Tableau 8. Production annuelle minimale et maximale (l) par groupe d'effectif VL et de productivité journalière par VL

		Productivité par VL (l/j) *		
		0-5	5-10	>10
Effectif VL	1	365-1800	2000-3700	4000-10000
		(T3b)	(T3a)	
	>1	400-3700	4000-7500	8000-30000
		(T2b)	(T2a)	(T1)

* La productivité journalière est multipliée par 365 jours. Le type retenu dans l'étude le plus proche du groupe est mentionné entre parenthèses.

4.4.2. Représentation du bassin de collecte initial

Le recoupement entre les données de la base Socolait et la typologie conçue pour cette étude étant difficile à réaliser au vu des différences d'approche mais aussi des manques d'informations à l'échelle du bassin de collecte, nous avons également opté ici pour la création d'une situation virtuelle. Une première hypothèse a été faite en considérant l'existence d'un noyau d'exploitations relevant des types T2b et T3b qui ne modifieraient pas leurs pratiques. La part de ce noyau a été estimée à 20% en volume total livré à la laiterie dans la situation initiale. Ce noyau « stable » peut en fait varier selon les scénarios, si l'on estime que certains d'entre-eux passent respectivement en T2a et T3a via l'introduction d'améliorations techniques.

La seconde hypothèse a consisté à répartir les 80% des volumes représentés de manière inégale entre les types, en considérant que les exploitations T1 avec au moins deux VL très productives seraient minoritaires en nombre et donc en volume (ce que confirme la base de données Socolait) et que le type pesant le plus dans les livraisons serait le T2a car présentant une bonne production pour un nombre d'exploitations supposé plus élevé. T3a a été considéré comme pesant 22% des apports annuels en volume avec près de 400 éleveurs dans le bassin de collecte. Ce volume et les éleveurs correspondants ont été répartis à part égale entre les deux sous-types T3a_M et T3a_N.

Ce scénario « initial » combinant cette répartition des volumes entre les types et le scénario de base pour chaque type permet d'établir le nombre d'éleveurs par type (Tableau 9), qui est ensuite utilisé pour le premier scénario amélioré SA1.

Tableau 9. Situation initiale du bassin de collecte de Betafo et scénario amélioré 1 (SA1) intégrant les meilleurs scénarios par type

		T1	T2a	T3a_M	T3a_N	Total amélioré	Total Bassin
Situation initiale	% Volume total livré Socolait	3	55	11	11	80	
	Volume livré par éleveur	12135	6019	1965	1948		
	Nombre d'éleveur	9	321	196	198	724	
	Volume livré par le type	105300	1930500	386100	386100	2808000	3510000
Scénario amélioré 1	Volume livré par éleveur	13059	9694	2566	2356		
	Volume livré par le type	113318	3109199	504190	466967	4193673	4895673
	Delta par rapport à initial (%)	8	61	31	21	49	39

4.4.3. Scénarios améliorés

Deux scénarios améliorés ont été considérés. Le premier (SA1) conserve le même nombre d'éleveurs par type que dans la situation initiale et applique à chacun des types son meilleur scénario (Tableau 9). Le second (SA2) reprend ces meilleurs scénarios mais augmente la part des volumes provenant de T2a, qui présente la meilleure progression de tous les types (+61%) et pèse déjà largement dans les livraisons (Tableau 10). Ce second scénario correspondrait au passage d'exploitations en T2b vers le T2a. C'est aussi un moyen d'intégrer les exploitations possédant une VL très productive, qui apparaissent dans la base de données Socolait mais pas dans notre typologie.

SA1 permet d'atteindre une progression de 49% du volume total livré par les types considérés, mais seulement 39% une fois ramené au total des livraisons annuelles incluant T2b et T3b dont les volumes livrés restent identiques d'un scénario à l'autre. Cette progression basée sur une amélioration de la productivité des élevages est déjà notable mais ne permet pas d'atteindre les 50% visés par Socolait pour le futur. Pour ce faire il est nécessaire que T2a intègre 90 éleveurs supplémentaires, soit une augmentation de 27% de ses effectifs l'amenant à livrer 70% du volume total annuel collecté par la laiterie (Tableau 10).

Tableau 10. Scénario amélioré 2 (SA2) basé sur une augmentation de la part du volume total livrée par T2a (70% au lieu de 55% initialement)

		T1	T2a	T3a_M	T3a_N	Total amélioré	Total Bassin
Situation initiale	% Volume total livré Socolait	3	70	11	11	95	
	Volume livré par éleveur	12135	6019	1965	1948		
	Nombre d'éleveur	9	408	196	198	812	
	Volume livré par le type	105300	2457000	386100	386100	3334500	3510000
Scénario amélioré 2	Volume livré par éleveur	13059	9694	2566	2356		
	Volume livré par le type	113318	3957162	504190	466967	5041636	5217136
	Delta par rapport à initial (%)	8	61	31	21	51	49

La comparaison des courbes de livraison mensuelles à la laiterie des trois scénarios considérés (base, SA1, SA2) pour les quatre types d'exploitation simulés, montre une nette amélioration des écarts entre mois tout au long de l'année (Figure 17). La situation de base a un profil irrégulier, avec une chute progressive des livraisons à partir de mai pour atteindre un minimum en octobre. SA1 et SA2 ont deux profils identiques ne différant que par les quantités livrées chaque mois. Les variations inter-mensuelles sont largement atténuées, avec un minimum se situant en avril.

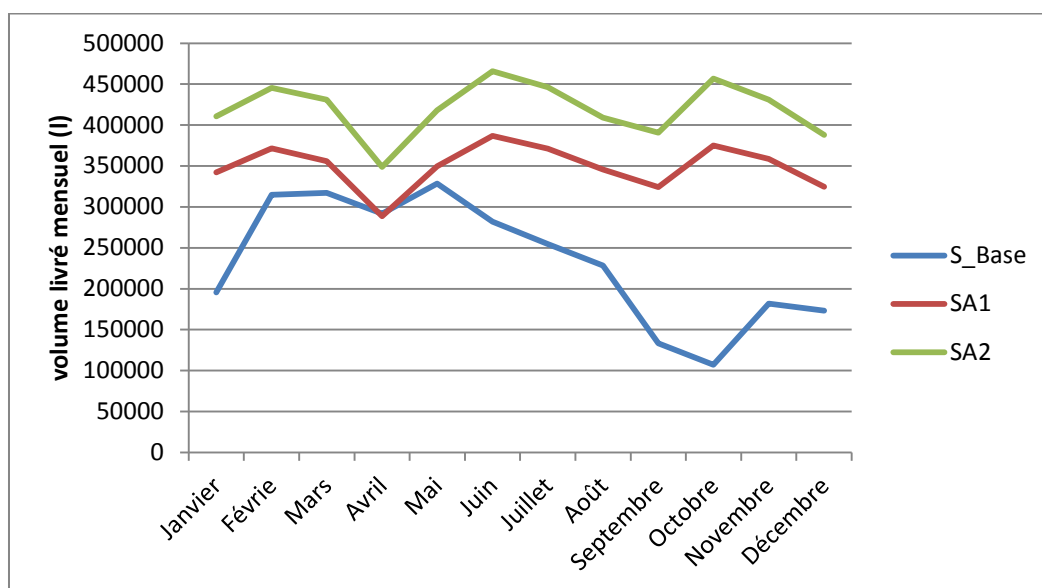


Figure 17. Livraisons mensuelles cumulées des quatre types d'exploitation simulées en fonction du scénario considéré
(Base améliorée par type avec les effectifs du scénario de base, amélioré par type avec augmentation des effectifs de T2a)

5. Discussion

5.1. Les leviers d'augmentation de la production laitière dans un contexte de foncier limité

Le travail effectué repose certes sur des exploitations agricoles virtuelles. Cependant, nous avons cherché à approcher du mieux possible la réalité des élevages à Betafo. Ainsi chaque donnée d'entrée, qu'il s'agisse du type de vache, de son poids, sa productivité ou encore les types de cultures fourragères ou commerciales, est issue de plusieurs documents et mémoires ou rapports (Duba, 2010 ; Penot *et al.*, 2008 ; Mouret, 2012 ; Klein *et al.*, 2014 ; Penot *et al.*, 2018 ; Andriamiarimalala, 2019 ; Penot *et al.*, 2019 ; Bélières, 2020). Ainsi, nous pouvons considérer que les scénarios produits sont suffisamment fiables pour tirer des enseignements sur les différents leviers que nous avons utilisés pour construire les scénarios par type d'exploitation.

5.1.1. Augmenter la productivité par vache ou augmenter le nombre de vaches

De manière générale, l'augmentation de la quantité de lait produite par exploitation pourrait se faire par un agrandissement des exploitations, avec une augmentation de la taille du troupeau, et une augmentation homothétique des surfaces. Cependant, les exploitations agricoles de Betafo disposent de peu de foncier, la surface moyenne des exploitations étant de 1,37 ha (Base de données dans le cadre du projet AfricaMilk) et entre 0,5 ha et 2 ha (Andriamiarimalala, 2019). Ceci est lié à la pression démographique, avec une forte densité de population dans la zone : 117 habitants au km² à Vakinankaratra (Instat Madagascar, 2019) et 43 habitants au km² à Betafo (Imahaka, 2013). Du fait de cet accès au foncier difficile, nous avons construit des scénarios d'augmentation du nombre de vache à foncier constant, et surface en riz constante pour garantir l'alimentation de la famille. Pour les petits livreurs T3a_N et de T3a_M disposant de moins d'un hectare de surface totale pour alimenter une vache, il était impossible de mettre une deuxième vache dans leur exploitation. Les exploitations types pouvant se permettre cette évolution sont celles qui possèdent déjà au moins deux vaches et une surface totale supérieur à 1 ha comme T1 et T2a.

Pour T1, l'augmentation du nombre de vaches s'accompagne d'une diminution de la productivité par vache ; les surfaces fourragères et les ressources alimentaires de l'exploitation ne permettant pas d'avoir 4 vaches à 4 800 litres. Les caractéristiques de ce type d'exploitation montrent en effet que sa production laitière est déjà conduite de manière intensive dans sa situation initiale, notamment avec l'utilisation du radis fourrager en saison sèche. En l'absence de réelle marge de manœuvre dans la production et l'utilisation des fourrages, la stratégie combinant augmentation du cheptel et réduction relative de la productivité par VL s'avère alors la plus performante, tant en quantité annuelle de lait produite que de veaux vendus.

En revanche, pour T2a, il est possible de combiner augmentation de la taille du cheptel et de la productivité par VL en intensifiant la production fourragère avec introduction du radis fourrager dans l'assolement. Cette double évolution permet d'augmenter considérablement la

production de lait par ha (+95%). Mais là encore l'intégration d'une vache en plus dans le troupeau est prépondérante dans cette augmentation.

Pour T3a_M et T3_N avec une seule VL, il apparaît possible d'augmenter la productivité par VL en modifiant l'assolement fourrager. La comparaison des deux types montre qu'il est plus intéressant de produire du lait en saison sèche avec des fourrages plus riches qu'en saison des pluies. T3a_N utilise ainsi deux fois plus de surface pour produire son fourrage, tout en ayant une production moindre que T3_M. Dans les deux cas, l'utilisation d'une vache plus productive (+18 % pour T3a_N et +25 % pour T3a_M) permet d'augmenter la production de lait commercialisé de respectivement 21% et 30%.

L'accès à des animaux avec un potentiel laitier plus important est possible à Madagascar grâce à l'entreprise FIFAMANOR qui fournit des animaux de races améliorées ou à partir de l'insémination artificielle. Il existe aussi des croisements de race fait entre éleveurs pour accroître les productions. L'achat d'animaux de race améliorée permet d'obtenir plus rapidement un cheptel de productivité plus élevée que *via* l'insémination artificielle. En effet l'éleveur devra attendre au moins 2 ans avant de mettre ses génisses améliorées à la reproduction et 3 ans pour avoir du lait.

La simulation des scénarios montre que les stratégies d'augmentation de la production laitière diffèrent par type d'exploitation et doivent être adaptés à chaque cas. Ainsi des exploitations déjà intensifiées comme T1 peuvent avoir intérêt à avoir plus de vaches mais moins productives pour maximiser la production laitière commercialisée, alors que d'autres comme T2a peuvent jouer sur les deux composantes de taille et de productivité. Ceci étant, augmenter la productivité des vaches demande aussi une augmentation des quantités de concentrés consommés. Cette stratégie est donc à analyser en fonction de leurs coûts au regard du prix d'achat du lait et de leur mode de production (achats externes ou autoproduction).

5.1.2. Augmenter la production fourragère par hectare

En situation de foncier limité dû à la forte pression démographique, l'augmentation de la production de lait, qu'elle passe par un accroissement du nombre de vaches ou de leur productivité, peut se faire par une consommation accrue de concentrés achetés hors de l'exploitation. Cette solution n'est pas très intéressante économiquement dans le contexte de Socolait (exemple du SC2 pour le type T2), et peut aussi conduire à des difficultés de conduite technique si la part de concentré devient trop importante par rapport aux fourrages (vaches en acidose chronique). Nous avons donc privilégié des scénarios reposant sur une augmentation des quantités de fourrages. A foncier constant, cela revient à augmenter la quantité et la qualité de fourrages par ha de surfaces fourragères.

La diversification de plusieurs cultures au sein des exploitations est limitée pour certaines exploitations ayant peu de surfaces fourragères. Dans les exploitations à Madagascar les productions de chaque culture sont faites selon leur parcellaire et la topographie, les bas-fonds

sont plus destinés à la culture du riz en saison pluvieuse, les collines et les plaines pour les autres cultures. Ainsi pour avoir assez de ressources fourragères disponibles pour les vaches durant l'année, les éleveurs s'orientent vers la culture de certaines graminées à haut rendement comme le Pennisetum kizozhi en saison pluvieuse et en saison sèche avec des fourrages comme le radis fourrager ou le ray-grass dès lors qu'ils possèdent des parcelles irrigables. Les exploitations possédant plus de terres peuvent diversifier leurs ressources en ajoutant des plantes à haute valeur nutritive comme la vesce en saison sèche ou le chloris en saison pluvieuse.

Les exploitations possédant plus de fourrages diversifiés et surtout à haut rendement durant l'année ont la possibilité d'avoir plus de vache et des dates de vêlages mieux réparties durant l'année. C'est le cas de T1 qui, avec 4 vaches (SC2 T1), des ressources fourragères en saison pluvieuse et sèche et des apports de concentré suffisants sans trop impacté la marge brute totale, a des vêlages repartis en février mai, août et novembre.

Le cas de T2a, monte l'intérêt de mettre l'accent sur les cultures fourragères de saison sèche telles que le radis fourrager, dès lors que les surfaces disponibles le permettent, tout en privilégiant des fourrages de qualité en saison pluviale comme le Pennisetum. Ces choix associés à la production du maïs grain, matière première constituant la provende, permettent d'augmenter à la fois la production laitière et la marge brute dégagée par l'exploitation.

En complément aux divers fourrages donnés aux vaches, des résidus de cultures (paille de riz ou tiges de maïs grain) ont parfois été ajoutés dans la ration pour atteindre les objectifs de production dans nos différents scénarios améliorés. Cela concerne essentiellement les petits livreurs de la catégorie T3a, exploitations très limitées en surface. Cette solution est possible dès lors que l'exploitation dispose de suffisamment de main d'œuvre pour les récolter. Sinon ils restent sur les parcelles afin d'enrichir leur sol ou sont brûlés. Ceci étant les quantités distribuées restent très inférieures à celles des autres fourrages produits car les résidus ont de très faibles valeurs nutritionnelles.

D'autres alternatives existent pour augmenter la quantité de fourrages distribuées et mieux la répartir durant l'année : achat à l'extérieur, coupe d'herbes naturelles (mais qui nécessite de la main d'œuvre), report de l'excédent de fourrages verts de la saison des pluies vers la saison sèche après fenaillage ou ensilage (mais qui nécessite une certaine technicité et des bâtiments de stockage). Ces alternatives pourraient être utilisées ultérieurement.

5.1.3. Faire évoluer les éleveurs d'un type à l'autre

Les exploitations types testées et améliorées chacune à leur niveau ont permis d'augmenter de 39% la production laitière livrée, en considérant qu'elles représentaient 80% des éleveurs fournisseurs de la Socolait sur le rayon de Betafo. Une autre possibilité d'améliorer cette performance consiste à faire basculer certaines exploitations d'un type peu productif vers un type plus productif à configuration de surface et taille de cheptel équivalente, par exemple dans notre cas de T2b vers T2a (cf. scénario SA2).

Cette alternative revient à s'appuyer sur les dynamiques individuelles et régionales des exploitations agricoles, en prenant pour hypothèse que chacune est amenée à évoluer avec le temps, que ce soit pour des raisons démographiques, d'adéquation aux marchés ou de changements explicites d'orientation. Ces dynamiques intègrent donc également la possibilité d'intégrer de nouvelles exploitations qui se lanceraient dans l'activité laitière dans la même zone. Ce type d'évolution est dépendant des différentes opportunités économiques qui s'offrent aux producteurs en matière de débouchés, et donc de l'attractivité de la filière lait par rapport à d'autres productions.

Que ce soit donc *via* l'appui aux producteurs laitiers existants pour améliorer leurs performances, ou par l'arrivée de nouveaux fournisseurs, la laiterie tient entre ses mains ces évolutions par les services qu'elle offre et sa politique tarifaire face à la concurrence des autres débouchés du lait ou des autres productions commercialisables possibles dans la région.

5.2. Intérêts et limites d'une démarche par simulation avec CLIFS

L'utilisation d'outils de modélisation s'avère utile pour montrer certaines défaillances ou évaluer des évolutions potentiellement intéressantes au sein des exploitations agricoles. Ces logiciels permettent de gagner plus de temps qu'un travail expérimental classique, le tout sans les risques d'une mise en œuvre effective de solutions envisagées. Il existe une multitude de modèles qui ont été utilisés dans différents contextes avec différents objectifs.

Des outils d'aide au pilotage à la production laitière ont ainsi été développés, comme l'outil de modélisation ProdLait (Sib, 2018), pour aider les producteurs qui ont des objectifs de production de lait fixés à prévoir l'effet des pratiques alimentaires sur l'état corporel et le poids vif des vaches au cours de la lactation. En effet une mauvaise remobilisation corporelle des vaches impacte leur production laitière et leur capacité de reproduction. D'autres visent à aider des producteurs ayant des projets d'évolution de leurs exploitations à y voir plus clair en évaluant *ex ante* les conséquences d'une configuration donnée de l'exploitation sur ses performances technico-économiques (Semporé *et al.*, 2015).

CLIFS se situe dans cette dernière mouvance. Dans le cadre de ce travail, il nous a permis de conduire notre démarche en travaillant sur chaque exploitation type, ce qui diffère des démarches orientées vers le conseil individuel. Cet outil nous a permis de construire des scénarios de base s'approchant au plus de la réalité telle que nous l'avons comprise, à travers les données entrées et l'analyse des bilans. Ceux-ci permettent d'évaluer l'équilibre d'une configuration d'exploitation entre offre et demande en ressources. Les situations déficitaires en fourrage ne sont pas exclues dès lors que des achats extérieurs sont possibles, mais viennent réduire la marge brute de l'atelier lait.

L'utilisation de CLIFS demande une très bonne connaissance du milieu étudié. Chaque donnée entrée doit refléter l'environnement dans lequel chaque exploitation travaille. C'est le cas de la liste des fourrages utilisables dans la zone étudiée avec leurs valeurs alimentaires, les caractéristiques zootechniques des animaux doivent être décrites, et les rendements des

cultures évalués car ils diffèrent selon les régions du monde et dépendent du climat. Toutes ses données sont à saisir avant son utilisation sur une exploitation, et une erreur entraîne de faux résultats.

Une autre limite de cet outil est que certains processus ne sont pas pris en compte. En effet lors de nos travaux il a été remarqué que pour certains paramètres liés aux besoins des vaches laitières durant et après la lactation CLIFS ne prend pas en compte les variations de poids des vaches entre la gestion, la mise bas et le retour à la saillie. Les productions laitières sont très dépendantes de l'état corporel de la vache (Sib., 2018). Le poids des vaches dans le logiciel est stable. Ceci étant l'objectif du logiciel n'est pas tant d'aider au choix d'une ration que de réfléchir à l'orientation de toute une exploitation, ce qui nécessite des simplifications par rapport aux processus biotechniques représentés.

De plus l'utilisation de CLIFS nécessite plusieurs entrées relevant d'une bonne connaissance de terrain. C'est à l'utilisateur de paramétrer chaque entrée. Par exemple dans le cas de T2a, pour produire du foin de chloris l'utilisateur doit bien connaître le fonctionnement de la plante fourragère et savoir à quel moment il doit faire les fauches et le temps de remobilisation de sa biomasse pour la prochaine coupe.

Enfin pour une utilisation complète de CLIFS, seuls des experts agricoles (chercheurs, étudiants, conseillers...) sont à même de l'utiliser et d'interpréter ses sorties convenablement. La complexité du logiciel provient de la grande quantité de données à saisir en entrée, qui doivent être cohérentes. Par exemple, il n'y a pas de lien fait entre la fertilisation, organique ou minérale, et les rendements des cultures. Les données de rendement saisies doivent être cohérentes par rapport aux pratiques de fertilisation qui sont saisies également en entrée. Une double expertise est donc nécessaire : une expertise générale d'agronome, pour bien comprendre les sorties, et pouvoir faire des scénarios pertinents ; et une expertise sur le contexte agricole de la zone où l'outil est utilisé, afin de paramétrer correctement le modèle avec les données saisies en entrée. Un avantage de l'outil est en revanche sa généricité, lui permettant de représenter des situations très diverses dans le Monde, tant que cette expertise sur le fonctionnement de l'agriculture locale est disponible.

5.3. Perspectives

5.3.1. Propositions pour la suite du travail à court terme

La démarche conduite pour répondre à cette problématique qu'est la réduction de l'importation des produits laitiers, en augmentant la production laitière locale par des améliorations au sein des exploitations, a montré qu'un travail de terrain était indispensable pour mener à bien les missions demandées. Cependant avec la pandémie du Covid 19, cette composante n'a pu être réalisée comme initialement prévue. Aussi pour contextualiser le milieu de notre travail, n'ayant pas fait de terrain, le recours aux documents déjà rédigés sur le contexte de la zone et ses problématiques a été important pour avoir des connaissances sur un environnement auquel nous n'avons pas été confrontés. Nous suggérons plusieurs actions à conduire à court terme pour pallier ce manque.

La base de données que nous avons utilisé dans le cadre du projet AfricaMilk, comportaient plusieurs erreurs de saisies et des incompréhensions qui nous ont poussé à créer des exploitations types virtuels au lieu de prendre des exemples d'exploitations venant directement de la base de données. Pour la suite du projet, nous proposons de faire une seconde enquête auprès de quelques exploitations types qui représentent le mieux le bassin de Socolait.

Des focus groupes avec ces exploitations types devraient être organisés afin d'amender la description qui en a été faite avec CLIFS à partir d'une meilleure compréhension de leur système de fonctionnement. Pour faciliter les échanges dans un contexte de pandémie, nous proposons à l'avenir une plateforme numérique avec les éleveurs de la zone concernée afin que le stagiaire puisse échanger directement avec certains exploitants sans mobilité.

Ensuite nous n'avons pas suffisamment bénéficié de retours de la part de nos partenaires sur les innovations à envisager pour augmenter la production laitière, d'autant que ces idées devaient s'appuyer sur un stage conduit en parallèle mais qui a également rencontré des difficultés de réalisation lié au Covid 19. Nous avons dû créer des stratégies pour répondre à la problématique à partir de nos connaissances et nos expériences de zootechnicienne. Un recensement des innovations possibles, avec leurs caractéristiques et leurs domaines de validité, reste à constituer.

Enfin les données relatives aux exploitations de Betafo livrant à Socolait nous sont parvenues à la fin de notre contrat de stage. Ces données ont été cependant analysées et rencontraient aussi des erreurs ou incohérences. Ce manque de connaissance des fournisseurs de la laiterie est une limite majeure à une représentation fiable du bassin de collecte dans toute sa diversité. Améliorer cette connaissance, ne serait-ce qu'en faisant remonter les données de livraison et de cheptel de chaque éleveur *via* les pré-collecteurs, serait un plus notable pour Socolait comme pour la suite du projet.

5.3.2. Perspectives pour la suite du projet

La démarche décrite et expérimentée virtuellement dans notre étude fournit un cadre pour identifier les voies d'amélioration de l'approvisionnement de Socolait à partir d'un travail de scénarisation qui reste à approfondir. Cette phase d'approfondissement devrait être basée sur un processus participatif dans le cadre des plateformes d'innovation laitière faisant intervenir les producteurs, les collecteurs et la laiterie. Elle comprendrait :

- un recensement de l'ensemble des éleveurs livrant à la Socolait, ce qui permettra à la laiterie de mieux connaître ses éleveurs livreurs pour travailler avec eux de façon plus formelle. Ce recensement devrait comprendre à minima deux variables clés pour évaluer la diversité des éleveurs sur la base de leurs productions (nombre de VL, livraisons au quotidien sur un an) ;

- une reprise de la typologie, qui en l'état repose sur ces deux variables par exploitation dont les valeurs sont qui plus est mal connues à l'échelle du bassin de collecte. Or les caractéristiques du système d'alimentation des VL peuvent par exemple faire partir intégrante de la définition des types ;
- l'identification de plusieurs exploitations réelles par type, avec lesquelles des rencontres seront organisées pour en préciser les caractéristiques nécessaires au processus de scénarisation ;
- une construction des scénarios de base par type à partir de ces exploitations et de focus-groupe permettant de valider chacun d'entre eux, notamment en termes de système d'alimentation des VL et d'assolement (un focus-groupe par type) ;
- une construction de scénarios alternatifs à même d'améliorer les performances techniques (production laitière) et économiques (marges brutes) par type à partir de discussions au sein des focus-groupes concernant les stratégies et les innovations envisageables. Les résultats des scénarios une fois simulés par CLIFS seraient également discutés dans ces mêmes groupes afin de comparer leurs intérêts et faisabilité respectifs ;
- L'agrégation des scénarios par type au niveau du bassin de collecte serait à travailler au sein de la plateforme avec les outils conçus et expérimentés dans notre étude, en discutant, caractérisant et simulant les différentes orientations possibles (meilleur scénario par type, évolution des poids par type, intégration de nouvelles exploitations) ;
- le recrutement par Socolait de techniciens en nombre suffisant pour les 2600 éleveurs (à peu près 1 technicien pour 60 éleveurs), afin d'accompagner les éleveurs dans l'amélioration de leur production en quantité et qualité et l'obtention de bons revenus. Cela s'appuierait notamment sur les stratégies identifiées d'augmentation de la production des exploitations types, à adapter aux cas individuels lors des visites réalisées par les techniciens ;
- proposer aux éleveurs l'aménagement de certaines zones en friche ou encore mieux valoriser le fermage existant auprès des exploitants qui n'utilisent pas toute leur terre en proposant certains services.

6. Conclusion

Avec la demande accrue de la population malgache en produits laitiers et dans un contexte de production faible en lait local, le projet AfricaMilk vise à identifier les voies d'amélioration de la production laitière aux échelles animal, exploitation et laiterie (approvisionnement). Bien que largement perturbée par la pandémie du Covid, notre étude a permis de concevoir et tester virtuellement une démarche à même de faire partager entre les acteurs concernés des réflexions concernant ces voies d'amélioration. Cette démarche inclut une représentation du bassin de collecte basée sur des types d'exploitation pour lesquels des scénarios sont conçus et simulés à l'aide du logiciel CLIFS avant d'être agrégés au niveau du bassin de collecte de la laiterie étudiée, ici Socolait.

Nos résultats, détaillés dans ce mémoire, illustrent la capacité de la démarche à atteindre ces objectifs d'identification des améliorations possibles aux différents niveaux d'organisation de la production. Ceci étant, l'absence de terrain amène à être prudent sur la nature des scénarios conçus et sur les performances techniques et économiques obtenues. On retiendra malgré tout l'effet plus marquée de la taille du cheptel productif par rapport à la productivité par vache, l'intérêt des cultures fourragères de saison sèche pour à la fois nourrir les VL et étaler les vêlages, la marge d'amélioration différenciée de chaque type, et les différentes voies d'augmentation des productions collectées à l'échelle de la laiterie.

La participation des acteurs au sein de la plateforme d'innovation laitière et de focus-groupes où la démarche pourra être reprise, ainsi que le déploiement d'activités de terrain visant à une meilleure connaissance et un accompagnement des producteurs dans toute leur diversité, représentent l'étape suivante à mettre en œuvre. Ce type de démarche pourrait être également utile dans d'autres pays souffrant d'un manque de production laitière, en travaillant comme à Madagascar sur les plus grosses laiteries collectrices de lait local. Le projet AfricaMilk concentré sur 4 pays africains pourrait s'étendre à d'autres pays en difficulté (autosuffisance alimentaire non atteinte et populations vivant en dessous du seuil de survie).

Références Bibliographiques

Ahmim-Richard A., Bodoy A., Penot E., 2018. *Caractérisation et typologie des exploitations agricoles dans le Vakinankaratra et l'Amoron'i Mania, Madagascar*. Document de travail BV lac n° 25 de l'Agence Française pour le développement, Collection BVPI/SCRiD/FOFIFA/TAFA.

Andriamiarimalala A N., 2019. *Etude des systèmes de collecte de deux laiteries au sein du bassin laitier d'Antsirabe – Région du Vakinankaratra Madagascar*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme Master international « Sciences et technologie de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement » Option : DARS (Développement Agricole et Rural au Sud) Spécialité : RESAD (Ressources, systèmes agricoles et développement).

Andrieu N., Dugué P., Le Gal P.-Y., Ruef M., Schaller N., Sempore, A., 2012. *Valider la modélisation d'une exploitation agricole entière avec les parties prenantes : Preuve d'un cas d'Afrique de l'Ouest*. Journal of Agricultural Science 4, 159-173.

Bélières JF., Lançon F., 2020. *Étude diagnostic relative au potentiel de croissance de la chaîne de valeur lait et produits dérivés*. Cadre du Projet de Croissance Agricole et de Sécurisation Foncière (CASEF) CASEF-AGRIBUSINESS HAUTES TERRES Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP).

Bélières JF., juin 2019. *Étude diagnostic relative au potentiel de croissance de la chaîne de valeur lait et produits dérivés*. Projet CASEF Hautes terres, Composante 1 : Assistance technique pour l'appui aux chaînes de valeurs agricoles des régions des Hautes Terres.

Bruelle G., Ferré T., Le Gal P.-Y., 2016. *À la rencontre de l'aval : Comment les stratégies d'approvisionnement façonnent-elle les relations entre producteurs et transformateurs ?* Compte-rendu n°01-201611 Plan de Compagnonnage Mission du 25/11/2016 au 03/12/2016 Bobo-Dioulasso et Ouagadougou (Burkina Faso).

Droy I., Rasolofo P., 2018. *Crise du lait et trajectoires de résilience des petits producteurs à Madagascar*. Éditions de la Sorbonne, Revue internationale des études du développement 2018/3 (N° 235), p. 91-115.

Duba G., 2010. *Modélisation et typologie des élevages laitiers dans le Vakinankaratra, Madagascar*. Rapport de stage de fin d'étude Parcours EPSED Elevage des pays du sud Environnement et Développement.

FIFAMANOR, TAFA, GSDM, CIRAD, URP, SICALAIT, 2008. *Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières*. Guide pour les Hautes Terres de Madagascar. IMPRIM VERT Saint Denis. 92p.

FIFAMANOR, 2008. Rapport annuel 2007 des activités de FIFAMANOR. 83p.

Instat Madagascar, 2019. *Troisième recensement général de la population et de l'habitation (rgph-3)*. Conseil national du recensement de la population et de l'habitation, Ministère de l'économie et des finances secrétariat général institut national de la statistique direction générale cellule centrale d'exécution du recensement.

Kasprzyk M., Penot E., Dugué P., 2008. Diversité des systèmes d'alimentation des troupeaux bovins laitiers à Betafo Région du Vakinankaratra, Madagascar. Document de travail BV lac n° 10, BVPI/SCRiD/FOFIFA/TAFA.

Klein H D., Rippstein G., Huguenin J., Toutain B., Guerin H., Louppe D., 2014. Les cultures fourragères. © Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux 2014. Éditions Quæ, RD 10, 78026 Versailles Cedex, France.

Le Gal P.-Y., Bernard J., Moulin C.-H., 2013. *Soutenir la réflexion stratégique des petits exploitants laitiers en utilisant un outil de simulation de l'ensemble de l'exploitation*. Production en santé animale tropicale 45, 1119–1129.

Le Gal P.-Y., Dugué P., Faure G., Novak S., 2011. *Comment la recherche aborde-t-elle la conception de systèmes de production agricole innovants au niveau des exploitations ? A review*. Agricultural Systems, 104(9), 714-728.

Le Gal P.-Y., Kuper M., Moulin C.-H., Puillet L., Sraïri M.T., 2007. *Dispositifs de coordination entre industriel, éleveurs et périmètre irrigué dans un bassin de collecte laitier au Maroc*. Cahiers Agriculture, 16(4) : 265-271.

Le Gal P.-Y., Kuper M., Moulin C.-H., Sraïri M.T., Rhouma A., 2009. *Lier l'économie d'eau et la productivité aux chaînes d'approvisionnement agroalimentaire : une synthèse de deux cas nord-africains*. Irrigation et drainage 58, 320-333.

Mouret P., 2012. *Evaluation participative des stratégies d'évolution d'exploitations laitières dans la région vakinankaratra – Madagascar*. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du DIPLÔME D'INGÉNIEUR D'AGROPARISTECH et du DIPLÔME D'AGRONOMIE APPROFONDIE Spécialisation Productions et Innovations dans les Systèmes Techniques Végétaux.

Nirinasoa A.F., 2014. *Maintenance des installations frigorifiques de la société Socolait Antsirabe, accompagnée d'une application web*. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Matériaux.

Penot E., Duba G., Salgado P., Dugué, P., 2016. *Capacité d'adaptation des exploitations laitières des hautes terres de la Province de Vakinankaratra à Madagascar : Impacts de la crise 2009*. p. 31.

Penot E., Duba G., 2012. *Impact de la crise de 2009 sur les élevages laitiers dans le Vakinankaratra, Madagascar*. HAL Archives-ouvertes, p. 17.

Penot E., Razanakoto N.M., 2012. *Etude des circuits de commercialisation du lait et de ses dérivés dans la région du Vakinankaratra*. Rapport d'étude UMR Innovation.

Rabefenomanantsoa A., 2009. *Facteurs déterminants de la consommation et de la commercialisation du lait et des produits laitiers dans la région de Vakinankaratra/ Cas d'Antsirabé I, d'Antsirabé II, et de Betafo*, DEA.

Ramanantsoa M B., 2017. *Etude des facteurs de risque dans la conservation du lait frais le long de la chaîne de collecte*. Cas du lait livré à l'usine « Socolait Antsirabe ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome option élevage université d'Antananarivo / école supérieure des sciences agronomiques.

Rarivoarimanana B., 2010. *Analyse des systèmes d'alimentation des bovins laitiers à Vinanikarena et à Antsapanimahazo, région du Vakinankaratra, Madagascar*. Mémoire de fin d'étude, Université d'Antananarivo, diplôme d'agronomie spécialisation Elevage.

Ryschawy J., Joannon A., Choisis J.P., Gibon A., Le Gal P.-Y., 2014. *Évaluation participative de scénarios innovants pour renforcer la durabilité des exploitations mixtes culture-élevage françaises*. Agricultural Systems, 129: 1-8p.

Saint-André F., 2010. *Analyse des relations agriculture-élevage et place des techniques d'agriculture de conservation au sein d'exploitations du Lac Alaotra (Madagascar)*. Rapport d'étude UMR Innovation.

Sempore A.W., Andrieu N., Nacro H.B., Sedogo M.P., Le Gal P.Y., 2015. *Pertinence et rôle des modèles d'exploitations agricoles complètes pour aider les petits exploitants à planifier leur saison agricole*. Modélisation et logiciels environnementaux 68, 147-155p.

Sib O., Bougouma-Yameogo V.M.C., Blanchard M. Gonzalez-Garcia E., E. Vall., 2018. *Prod lait : un outil de pilotage de l'alimentation des vaches*. Agronomie Africaine 30 (2) : 157 - 168 (2018).

STARTER G, 2008. *Etude des circuits de commercialisation du lait et de ses dérivés dans cinq régions du « Triangle Laitier » à Bongolava, Itasy, Analamanga, Vakinankaratra, Amoron'i Mania*. Rapport de LANDO'LAKES « Projet de développement de la filière lait », 57p.

UPDR, 2003. Monographie de la région de Vakinankaratra. 118p.

Sites Web

AfricaMilk, 2020. <https://www.africa-milk.org/> consulté le 25/09/2020.

FAOSTAT 2020. *Importations du lait à Madagascar*. <http://www.fao.org/faostat/en/> consulté le 25/09/2020

Imahaka, 2013. *District de Betafo*. <https://imahaka.wordpress.com/2013/02/21/betafo-madagascar/> consulté le 02/ 10/2020

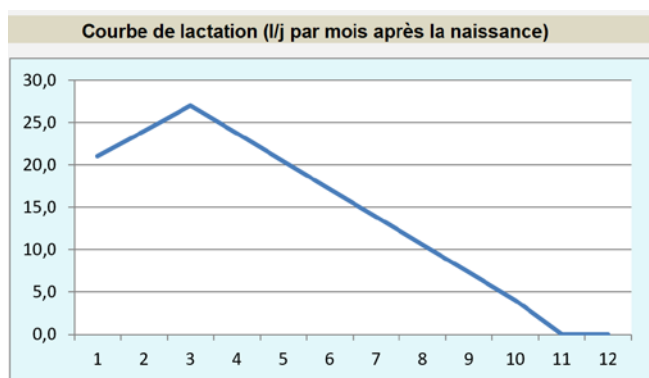
Annexes

Annexe 1. Exploitations de Betafo livrant à la Socolait (Source : Base de donnée AfricaMilk)

Exploitation s	Code Eas	Volume livré l/ an	Nombre de vache productiv e	Productio n VL/an	Surface totale EA (ha)	Surface fourragèr e (ha)	% Surface fourrage	Concentré s
MG-BA2-7	Socolait 18	365	1,00	365	0,50	0,11	22	Oui
MG-BA3-10	10	1536	1,00	1536	0,05	0,02	33	Oui
MG-BA2-19	Socolait 29	1825	1,00	1825	0,60	0,10	17	Oui
MG-BA3-2	Socolait 2	1837	0,33	5566	0,57	0,04	7	Oui
MG-BA2-15	Socolait 25	2039	1,75	1165	1,10	0,00	0	Non
MG-BA3-20	20	2160	1,00	2160	0,17	0,00	0	Oui
MG-BA3-1	1	2428	1,83	1327	0,27	0,06	22	Oui
MG-BA2-9	Socolait 20	2662	2,25	1183	1,00	0,00	0	Non
MG-BA2-13	Socolait 24	2920	2,00	1460	1,60	0,00	0	Non
MG-BA2-12	Socolait 23	2974	1,33	2236	3,00	0,07	2	Oui
MG-BA2-2	Socolait 12	3072	1,00	3072	3,00	0,72	24	Non
MG-BA2-24	Socolait 33	3194	2,00	1597	1,00	0,09	9	Non
MG-BA3-11	11	3559	1,00	3559	0,40	0,04	10	Oui

MG-BA2-23	Socolait 32	3650	2,00	1825	3,20	0,15	5	Oui
MG-BA3-3	3	5688	1,00	5688	0,30	0,06	20	Oui
MG-BA2-3	Socolait 13	6326	2,00	3163	6,50	0,30	5	Oui
MG-BA3-15	15	7300	2,00	3650	0,46	0,03	7	Oui
MG-BA2-6	Socolait 17	12046	2,00	6023	0,75	0,20	27	Oui
MG-BA2-18	Socolait 28	12166	2,00	6083	2,60	0,06	2	Oui
MG-BA3-18	18	14023	1,58	8875	1,10	0,60	55	Oui
MG-BA3-19	19	16364	2,00	8182	1,55	1,00	65	Non
MG-BA3-9	9	21900	3,00	7300	0,42	0,36	86	Oui
Minimum		365	0,33	365	0,05	0,00	0	
Maximum		21900	3,00	8875	6,50	1,00	86	
Médiane		3133	1,79	2654	0,88	0,07	10	
Moyenne		5911	1,59	3538	1,37	0,18	19	
Ecart-Type		5725	0,62	2523	1,51	0,27	23	
cv (%)		97	39	71	110	146	121	

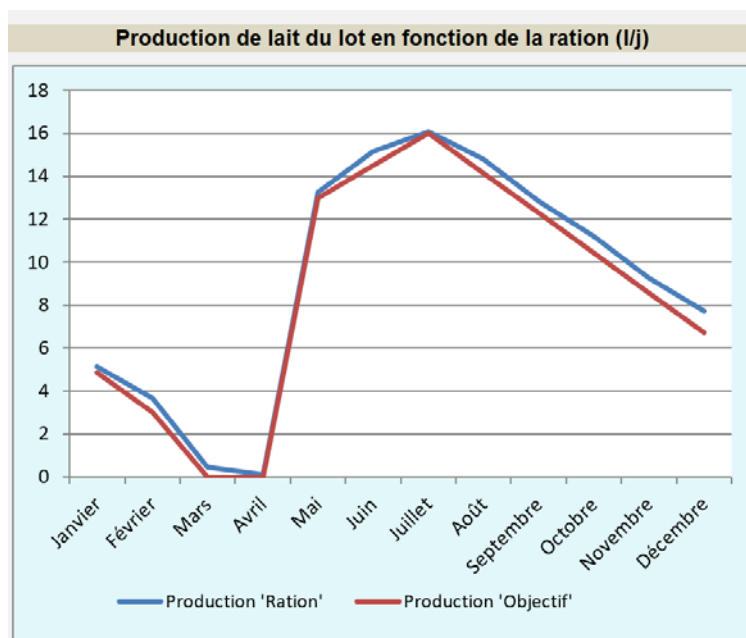
Annexe 2. Courbe de lactation l/j par mois après la naissance (Source : CLIFS)



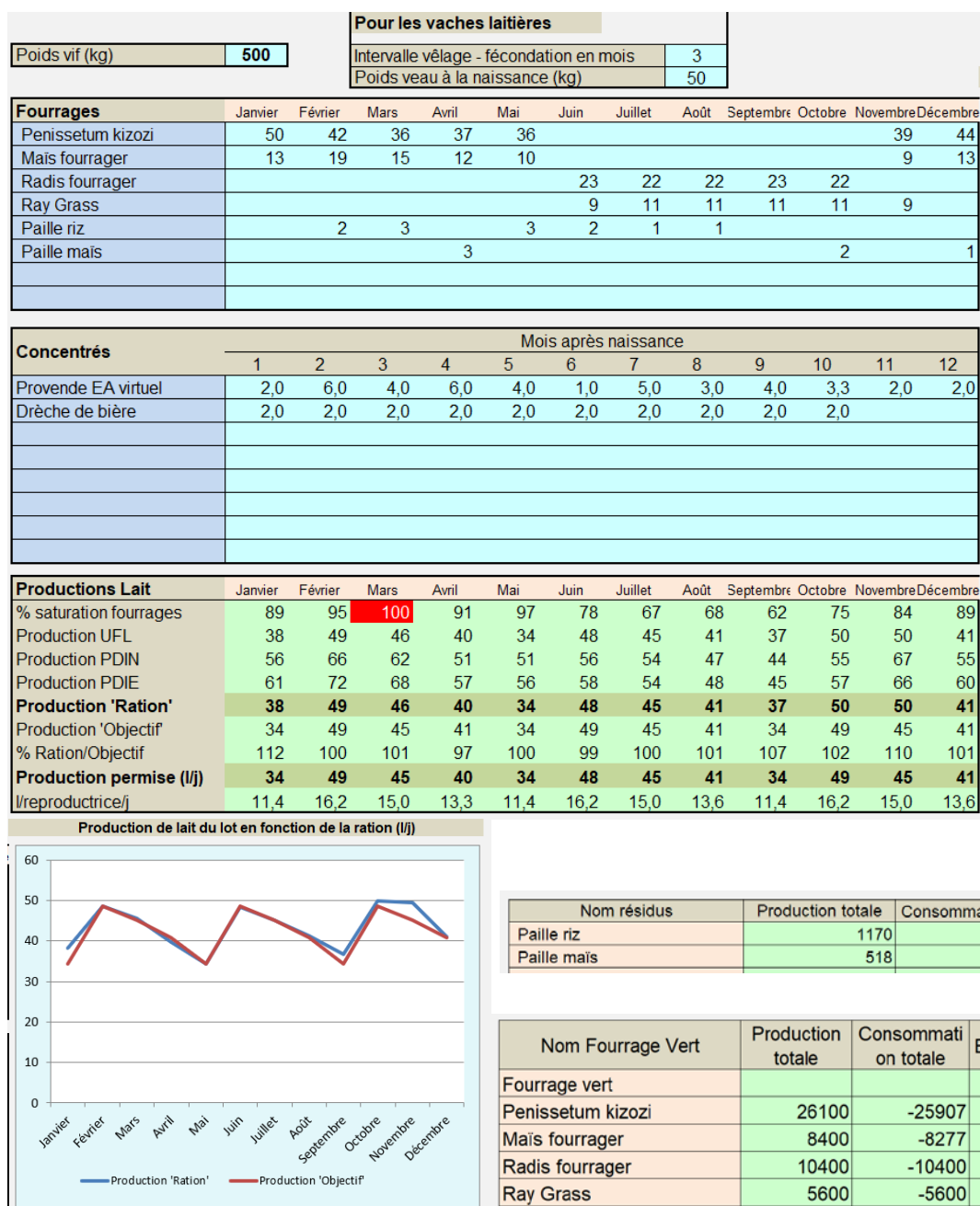
Annexe 3. Exemple de ration alimentaire donné aux vaches (Source : CLIFS)

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizosi	50	42	36	37	36						39	44
Maïs fourrager	13	19	15	12	10						9	13
Radis fourrager						23	22	22	23	22		
Ray Grass						9	11	11	11	11	9	
Paille riz		2	3		3	2	1	1				
Paille maïs				3						2		1

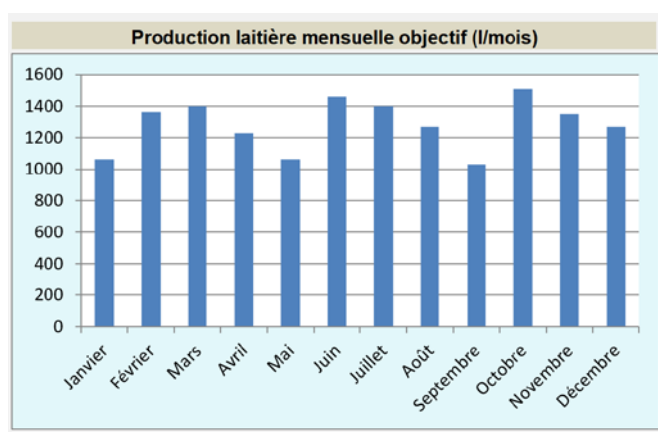
Annexe 4. Courbes de production laitière d'un troupeau lié à la ration donnée et à l'objectif de production



Annexe 5. Production objective du du troupeau en fonction des ressources disponibles



Annexe 6. Production mensuelle obtenue de SC1 T1



Annexe 7. Système d'alimentation de SC1 T1

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozi	50	42	36	37	36						39	44
Mais fourrager	13	19	15	12	10						9	13
Radis fourrager						23	22	22	23	22		
Ray Grass						9	11	11	11	11	9	
Paille riz		2	3		3	2	1	1				
Paille maïs				3						2		1


Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Provende EA virtuel	2,0	6,0	4,0	6,0	4,0	1,0	5,0	3,0	4,0	3,3	2,0	2,0
Drèche de bière	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		

Annexe 8. Système d'alimentation de SC2 T1

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozi	38	32	27	28	27						30	33
Maïs fourrager	13	18	15	12	10						10	13
Radis fourrager						20	19	19	20	19		
Ray Grass						6	6	6	6	6	5	
Paille riz			2	2	4	1	1	1				
Paille maïs				1			1	0		1		

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proviende EA virtuel		5,0	6,0	6,0	3,0	2,0	6,0	4,0	2,0	1,0		1,0
Drèche de bière		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		

Annexe 9. Répartition des surfaces pour la production de concentrés de SC3 T1

Assolement vivrier et commercial					Assolement de l'exploitation*	
Code	Nom	Culture 1	Culture 2	Surface (ha)	Vivrier et commercial	
VC1	Riz paddy	Riz paddy		0,38	Fourrager	0,52
VC2	Maïs	Maïs		0,30	Surface totale (ha)	1,50
VC3	Manioc	Manioc		0,30	% Vivrier et commerciales	65,33
VC4					% Fourrager	34,67
VC5					Assolement par type de culture	
VC6						
VC7						
VC8						
VC9						
VC10						
Assolement fourrager					 <p>■ % Vivrier et commerciales ■ % Fourrager</p>	
F1	Pénni.kizozi	Penni. kizozi		0,21		
F2	Maïs fourrager	Maïs fourrager		0,15		
F3	Radis fourrager	Radis fourrager		0,06		
F4	Ray grass	Ray Grass		0,10		
F5						

Annexe 10. Système d'alimentation de SC3 T1

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozzi	54	47	39	41	39						44	48
Maïs fourrager	11	15	12	10	8						8	11
Radis fourrager						16	15	15	16	15		
Ray Grass						10	11	11	12	11	10	
Paille maïs				1	4	1	4	3		1		

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Provende EA virtuel	4,0	5,0	4,0	4,0	2,0	3,0	4,0	3,0	1,0	2,5	0,5	0,5
Drèche de bière	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		

Annexe 11. Système d'alimentation de SC1 T2a

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozzi	51	45	37	39	37						42	46
Maïs fourrager	12	17	14	11	9						9	12
Foin Chloris						11	10	10	10	10		
Paille riz			2	2	3					1	2	

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Provende EA virtuel	3,0	4,0	5,5	4,5	3,5	3,0	2,0	1,0	1,0			
Drèche de bière	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		

Annexe 12. Système d'alimentation de SC2 T2a

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozzi	47	40	34	35	34						37	41
Maïs fourrager	8	11	9	7	6						6	8
Radis fourrager						32	31	31	32	31		
Paille riz			2	3	3							
Paille maïs								1		1	2	1

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Provende EA virtuel	3,0	4,0	5,5	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,0		
Drèche de bière	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		

Annexe 13. Système d'alimentation de SC1 T3a_M

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozu	52	45	37	39	37						42	46
Avoine		0		0		22	27	27	28	21	0	
Paille maïs				1	3	2	2	2				

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tourteau d'arachide	4,0	5,5	5,0	4,5	4,5	5,0	3,5	2,5	1,0	1,5	1,5	2,0

Annexe 14. Système d'alimentation de SC2 T3a_M

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Penissetum kizozu	52	45	37	39	37						42	46
Avoine		0		0		22	27	27	28	21	0	
Paille maïs			3		4			2	4	4		2
Paille riz	1	2		1		6	4					0

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tourteau d'arachide	3,5	4,0	4,5	4,5	2,5	3,0	3,5	1,1	0,6	0,5		2,0

Annexe 15. Système d'alimentation de SC1 T3a_N

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Maïs fourrager	31	42	35	28	23						24	31
Avoine						27	34	34	35	27		
Paille maïs						4	1	1		4	2	
Penissetum kizozu	26	19	19	19	19						21	23

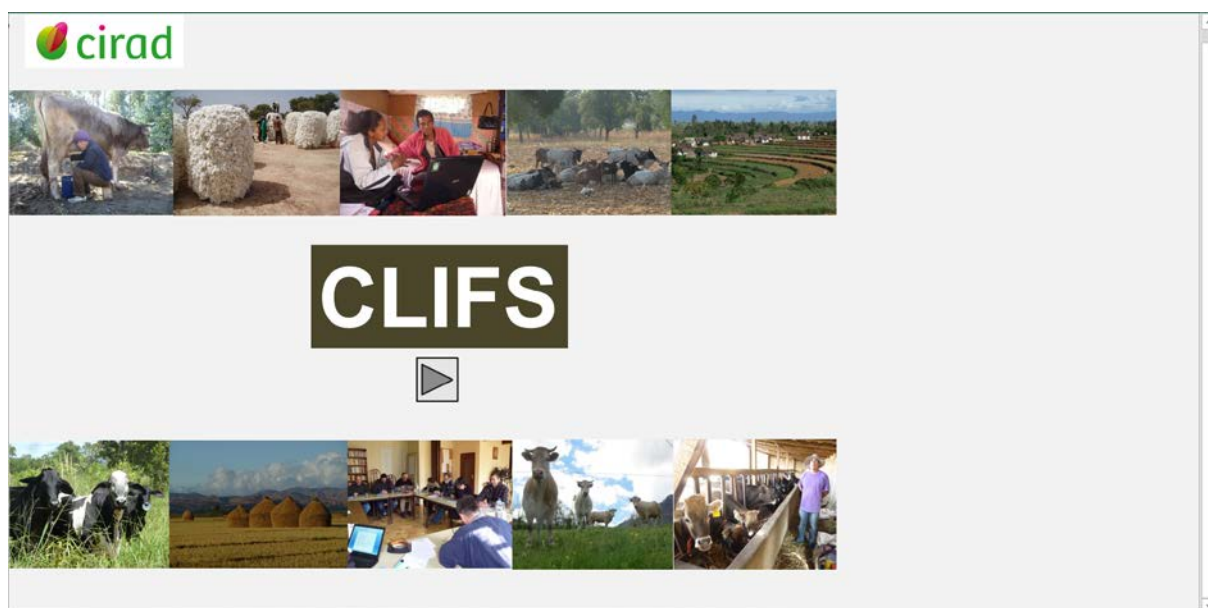
Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tourteau d'arachide	3,5	3,5	4,5	2,5	3,0	3,5	3,5	0,8	0,5			

Annexe 16. Système d'alimentation de SC2 T3a_N

Fourrages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Maïs fourrager	31	42	35	28	23						24	31
Avoine						27	34	34	35	27		
Paille maïs						4	1	1		4	2	
Penissetum kizozzi	26	19	19	19	19						21	23

Concentrés	Mois après naissance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tourteau d'arachide	3,5	3,5	4,0	2,5	3,0	3,0	2,8	0,5	0,5			

Annexe 17. Feuilles de CLIFS



Sommaire		Langue : Français	
Feuilles "Paramètres"		Variables dont les valeurs seront identiques pour un ensemble d'exploitations	
Caractérisation des aliments		Saisir la liste des fourrages et des concentrés avec leurs caractéristiques alimentaires tirées de tables locales	
Type animal		Saisir les différents types d'animaux présents dans les exploitations de la zone d'intervention	
Besoins des bovins en croissance		Saisir les besoins en énergie et protéine et les unités d'encombrement des bovins en croissance ou à l'entretien	
Nom des cultures		Saisir les noms des cultures vivrières/commerciales et fourragères (deux tables séparées)	
Valeurs NPK des cultures		Caractériser les teneurs NPK et taux de matière sèche des cultures et des résidus de culture définies dans la feuille précédente	
Valeur NPK des fertilisants		Caractériser les teneurs NPK et taux de matière sèche des engrais organiques et minéraux trouvés dans la zone d'intervention	
Nom des intrants		Saisir les noms des Pesticides / Matériels / Tâches / Charges fixes rencontrées dans la zone	
Feuilles "Variables d'entrée"		Variables dont les valeurs sont spécifiques à l'exploitation étudiée	
Scénario		Nommer l'exploitation agricole et le scénario	
Créer une fumure organique		Créer une fumure organique combinant déjections animales et résidus de culture	
Créer un concentré		Créer un concentré combinant jusqu'à cinq composants	
Production lait objectif 1		Calculer la production de lait objectif de l'atelier de reproductrice 1	
Production de lait liée à la ration 1		Calculer la production de lait permise par la ration consommée par l'atelier de reproductrice 1	
Auto-consommation de lait 1		Calculer la quantité de lait prélevée chaque jour pour la consommation familiale et par les jeunes sous la mère 1	
Production lait objectif 2		Calculer la production de lait objectif de l'atelier de reproductrice 2	
Production de Lait liée à la Ration 2		Calculer la production de lait permise par la ration consommée par l'atelier de reproductrice 2	
Auto-consommation de lait 2		Calculer la quantité de lait prélevée chaque jour pour la consommation familiale et par les jeunes sous la mère 2	
Croissance 1		Calculer le Gain Moyen Quotidien permis par la ration distribuée à un premier lot d'animaux en croissance	
Croissance 2		Calculer le Gain Moyen Quotidien permis par la ration distribuée à un second lot d'animaux en croissance	
Engraissement 1		Calculer le Gain Moyen Quotidien permis par la ration distribuée à l'atelier d'engraissement 1	
Engraissement 2		Calculer le Gain Moyen Quotidien permis par la ration distribuée à l'atelier d'engraissement 2	
Engraissement 3		Calculer le Gain Moyen Quotidien permis par la ration distribuée à l'atelier d'engraissement 3	
Ateliers Porc/Volaille		Caractériser quatre ateliers de porc et volaille	
Production de fumure organique		Calculer la production totale annuelle par type de fumure organique produite sur l'exploitation	
Structure exploitation agricole		Caractériser la structure de l'exploitation : famille, consommation vivrière, foncier, assolement	
Itinéraire technique par bloc de culture		Caractériser les rendements et itinéraires techniques de chaque bloc de culture	
Bilan NPK par culture		Définir une fertilisation combinant fumure minérale et organique pour un rendement objectif d'une culture donnée	
Rendements fourragers		Caractériser le cycle de production des cultures fourragères sur 12 mois	
Type fourrage		Caractériser le type de fourrage produit chaque mois pour chaque bloc de culture fourragère	
Stocks fourrage		Définir le mois de démarrage de chaque stock de fourrage	
Prix achat intrants végétaux		Caractériser les prix d'achat des intrants et services utilisés sur les productions végétales	
Prix achat intrants animaux		Caractériser les charges fixes de l'exploitation	
Charges fixes		Caractériser les prix d'achat des intrants et services utilisés sur les productions animales	
Prix vente		Caractériser les prix de vente des productions végétales et animales	

Caractérisation des aliments													
	Fourrages						Concentrés						
	Nom	tx MS (g/kg)	UFL	PDIN	PDIE	VEF (UE/kgMS)	Nom	tx MS (g/kg)	UFL	PDIN	PDIE	NEL (Mcal)	
						NEL (Mcal)						CP (%)	
5	Avoine	210	0.84	102	74	1.00	Provende EA virtuel	882	1	125	100		
6	Banagrass	190	0.67	83	85	1.10	-						
7	Bersim	100	0.50	50	60	1.10	-						
8	Brachiaria ruiziiensis	273	0.60	55	73	1.21	-						
9	Canne à sucre	200	0.70	14	57	1.13	Driche de baire	910	0.78	190	161		
10	Cannes fourragères	150	0.67	66	81	1.15	Féverole	920	1.06	151	101		
11	Chloris	250	0.64	83	93	1.20	Lait en poudre	955	1.13	184	136		
12	Dolique	200	0.77	119	151	1.10	Mais	860	1.08	71	103		
13	Fanes d'arachide	832	0.64	123	130	1.20	Manioc	870	0.97	10.5	35		
14	Feuilles et collets betterave	172	0.75	86	76	1.10	Patate douce	270	1.13	29	67		
15	Foin Chloris	870	0.64	74	79	1.20	Poudre de poisson	920	0.98	403	298		
16	Foin de luzerne	952	0.73	110	100	1.20	Sang séché	900	1	614	450		
17	Foin Ray Grass	850	0.91	87	73	1.10	Soit de Blé	920	0.97	110	100		
18	Foin Stylosanthes guianensis	850	0.80	62	47	1.10	Soit de maïs	890	0.87	67	100		
19	Herbes naturelles SH	290	0.69	95	86	1.00	Soit de riz	900	0.78	65	62		
20	Herbes naturelles SS	510	0.65	65	70	1.10	Soit de riz fin	900	0.78	65	62		
21	Kikou	210	0.77	111	114	1.08	Soit d'orge	910	1.12	315	175		
22	Luzerne verte	232	0.81	149	131	1.10	Tourteau d'arachide	910	1.12	315	175		
23	Mais ensilage	350	0.85	88	76	1.15	Tourteau de coco	900	0.89	167	167		
24	Mais fourrager	200	0.60	55	85	1.10	Tourteau de coton	910	0.84	287	193		
25	Natta	200	0.75	137	110	1.10	Tourteau de palme	900	0.95	148	167		
26	Orge verte	155	0.71	75	75	1.00	Tourteau de soja	900	1.1	312	216		
27	Paille blé	954	0.48	18	47	2.00	Tourteau de tournesol	900	0.59	196	99		
28	Paille maïs	870	0.57	29	50	1.50							
29	Paille riz	900	0.44	39	51	1.49							
30	Pâturage janv-mai	250	0.60	35	35	1.20							
31	Pâturage jan-sept	270	0.40	17	17	1.30							
32	Pâturage oct-dec	220	0.60	54	54	1.10							
33	Pâturage rizière (mai-sept)	220	0.50	29	29	1.20							
34	Penisetum kizosi	160	0.68	75	82	1.20							
35	Radis fourrager	210	0.85	62	86	1.15							
36	Ray Grass	270	0.91	87	73	1.10							
37	Sorgho	170	0.62	70	80	1.50							
38	Stylosanthes guianensis	424	0.80	83	63	0.95							
39	Vesce	189	0.89	152	106	0.94							
40													

Type animal	
Nom type animal	
Agneau	
Bœufs de trait	
Bovin à l'entretien	
Brebis	
Broutard	
Chèvre	
Chevreau	
Génisse 12-24 mois	
Génisse 6-12 mois	
Porc à l'engraissement	
Porc naisseur	
Poule de chair	
Poule pondeuse	
Vache de réforme	
Vache laitière	
Veau	
Veau sous la mère	

[illegible]

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Ea virtuel T2		Scénario		Ea virtuel SC2		
2									
3									
4	Nom exploitation		Ea virtuel T2		Nom du scénario		Ea virtuel SC2		
5									
6	Nom du producteur		Monsieur A		Date		26/08/20		
7	Prénom du producteur								
8									
9	Localisation de l'exploitation		Betafo						
10									
11									
12			Système d'estimation des valeurs alimentaires		INRA				
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									

Créer une fumure organique											
Ea virtuel T2						Ea virtuel SC2					
Nom fumure	Déjections	%	Paille	%	tx MS (g/kg)	kg/tonne MS analysé			kg/tonne MS calculé		
						N	P	K	N	P	K

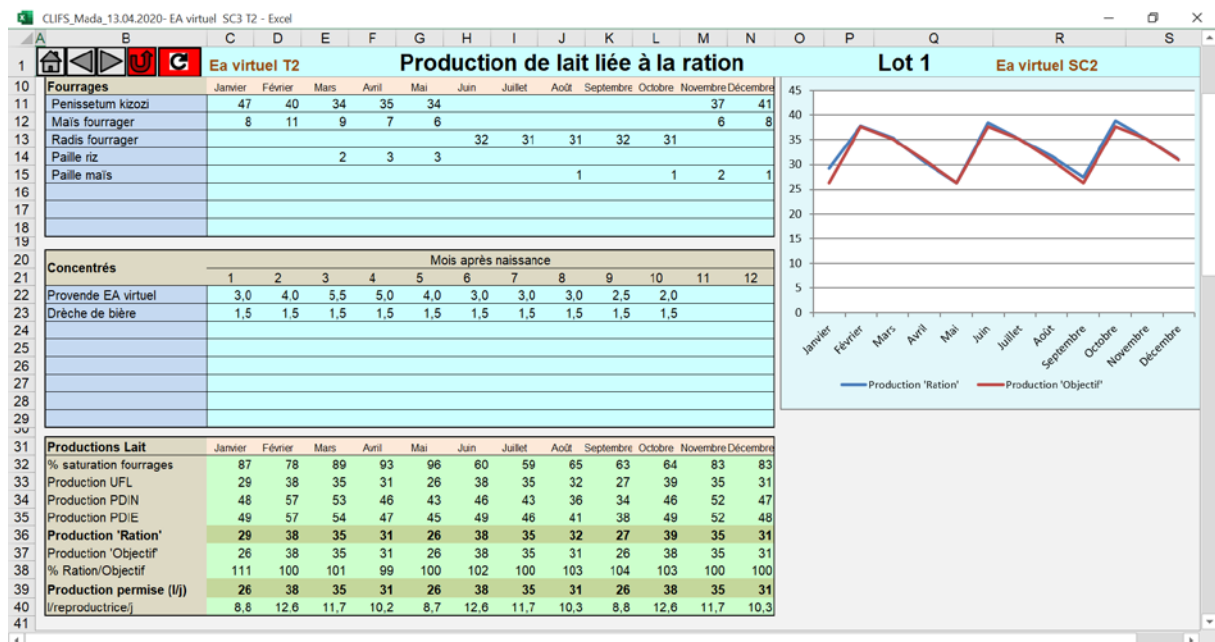
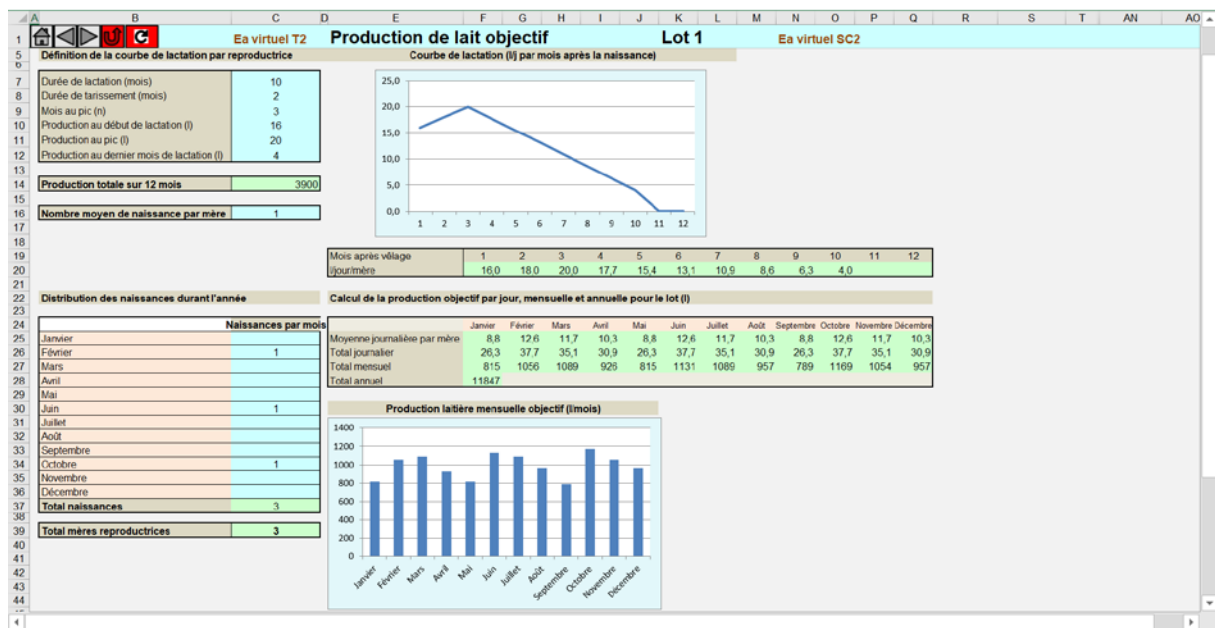
nota-bene: à créer même lorsqu'un seul 'ingrédient de base' rentre dans la composition de la fumure (ex : Isier de porc pur)

Créer un concentré											
Ea virtuel T2						Ea virtuel SC2					
Nom	Composition (pour 100 kg Matière Brute)					Total					
	Nom 1	kg 1	Nom 2	kg 2	Nom 3		kg 3	Nom 4	kg 4	Nom 5	kg 5
Provenance EA virtuel	Manioc	30	Maïs	30	Tourteau d'arachide	30	Son de riz	10			100

Nom	Taux MS (g/kg MB)	Valeur alimentaire				
		UFL	PDIN	PDIE	NE _L	CP
Provenance EA virtuel	882	1,03	125	100		
-						
-						
-						

Nom	Coût par kg	Coût par UFL	Coût par PDIN	Coût par NEL	Coût par CP
Provenance EA virtuel	1235	1200,19	9,84		
-					
-					
-					

nota-bene: ces calculs nécessitent que les prix d'achat des composés du concentré aient été informés au préalable dans l'onglet "Prix Achat Animal"



Ateliers Porc Volaille																																																																																			
Ea virtuel T2		Ea virtuel SC2																																																																																	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>Atelier 1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Type animal</td> <td></td> <td>Aliments distribués</td> <td>Quantité totale (kg)*</td> </tr> <tr><td>Effectifs permanents</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs achetés</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs vendus</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Durée dans l'atelier (j)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Atelier 3</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Type animal</td> <td></td> <td>Aliments distribués</td> <td>Quantité totale (kg)*</td> </tr> <tr><td>Effectifs permanents</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs achetés</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs vendus</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Durée dans l'atelier (j)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> </div> </div>				Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*	Effectifs permanents				Effectifs achetés				Effectifs vendus				Durée dans l'atelier (j)																								Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*	Effectifs permanents				Effectifs achetés				Effectifs vendus				Durée dans l'atelier (j)																							
Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*																																																																																
Effectifs permanents																																																																																			
Effectifs achetés																																																																																			
Effectifs vendus																																																																																			
Durée dans l'atelier (j)																																																																																			
Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*																																																																																
Effectifs permanents																																																																																			
Effectifs achetés																																																																																			
Effectifs vendus																																																																																			
Durée dans l'atelier (j)																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>Atelier 2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Type animal</td> <td></td> <td>Aliments distribués</td> <td>Quantité totale (kg)*</td> </tr> <tr><td>Effectifs permanents</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs achetés</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs vendus</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Durée dans l'atelier (j)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Atelier 4</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Type animal</td> <td></td> <td>Aliments distribués</td> <td>Quantité totale (kg)*</td> </tr> <tr><td>Effectifs permanents</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs achetés</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Effectifs vendus</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Durée dans l'atelier (j)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> </div> </div>				Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*	Effectifs permanents				Effectifs achetés				Effectifs vendus				Durée dans l'atelier (j)																								Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*	Effectifs permanents				Effectifs achetés				Effectifs vendus				Durée dans l'atelier (j)																							
Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*																																																																																
Effectifs permanents																																																																																			
Effectifs achetés																																																																																			
Effectifs vendus																																																																																			
Durée dans l'atelier (j)																																																																																			
Type animal		Aliments distribués	Quantité totale (kg)*																																																																																
Effectifs permanents																																																																																			
Effectifs achetés																																																																																			
Effectifs vendus																																																																																			
Durée dans l'atelier (j)																																																																																			
<p>Total œufs vendus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> </tr> </table>			<p><small>*nota bene : consommation totale par atelier, par an et par aliment</small></p>																																																																																

	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L				
1	<div> <div> </div> <div> <div>Ea virtuel T2</div> <div>Structure exploitation agricole</div> <div>Ea virtuel SC2</div> </div> </div>														
3	Famille			Assolement vivrier et commercial				Assolement de l'exploitation*							
4	Nombre d'enfants < 15 ans			2	Code Nom Culture 1 Culture 2 Surface (ha)				Vivrier et commercial						
5	Nombre de personne de plus de 15 ans			2	VC1	Riz paddy	Riz paddy		0,32	Fourrager					
6	Equivalent Enfant / Adulte			0,5	VC2	Mais	Mais		0,22	Surface totale (ha)					
7					VC3					% Vivrier et commerciales					
8	Consommation vivrière familiale				VC4					% Fourrager					
9	Culture vivrière de base 1 (CV1)			Riz paddy	VC5										
10	Besoins annuel CV1 (en kg/personne)			320	VC6										
11	Culture vivrière de base 2 (CV2)				VC7										
12	Besoins annuel CV2 (en kg/personne)				VC8										
13					VC9										
14					VC10										
16					Assolement fourrager										
17					Code Nom Culture 1 Culture 2 Surface (ha)										
18					F1	Pènni.kizozì	Pènni.kizozì		0,27						
19					F2	Mais fourrager	Mais fourrager		0,16						
20					F3	Radis fourrager	Radis fourrager		0,18						
21					F4										
22					F5										
23					F6										
24					F7										
25					F8										
26					F9										
27					F10										
29					Assolement vivrier + fourrager										
30					Code Nom VC F Surface (ha)										
31					VF1										
32					VF2										
33					VF3										
34					VF4										
35															

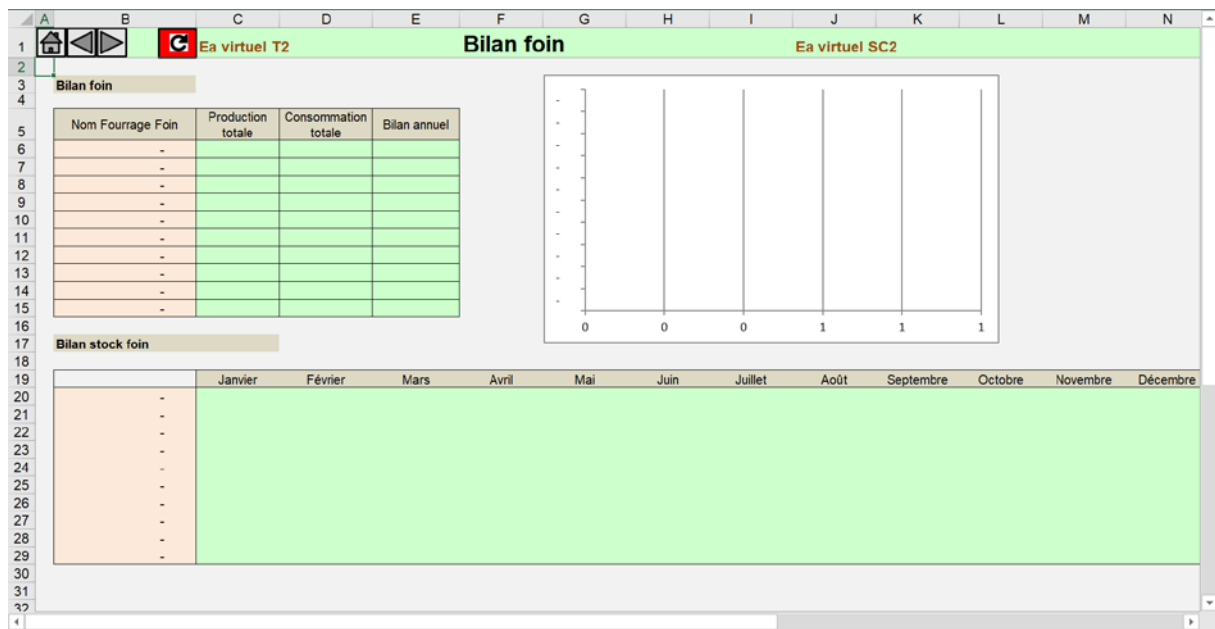
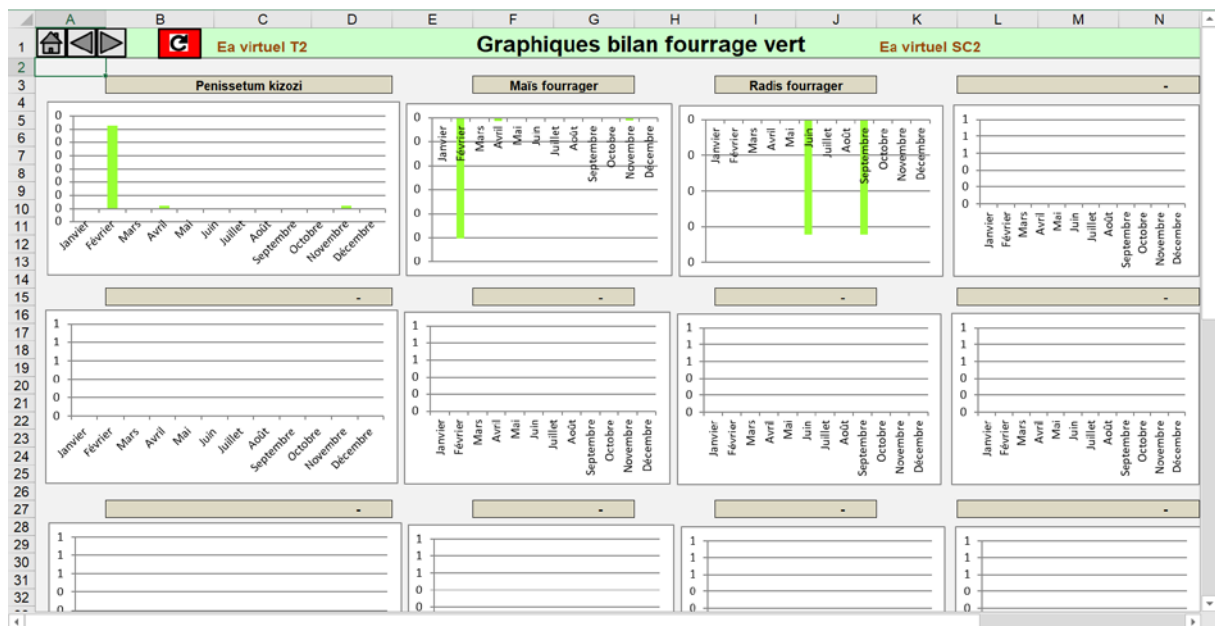
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Itinéraire technique par bloc de culture													
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														

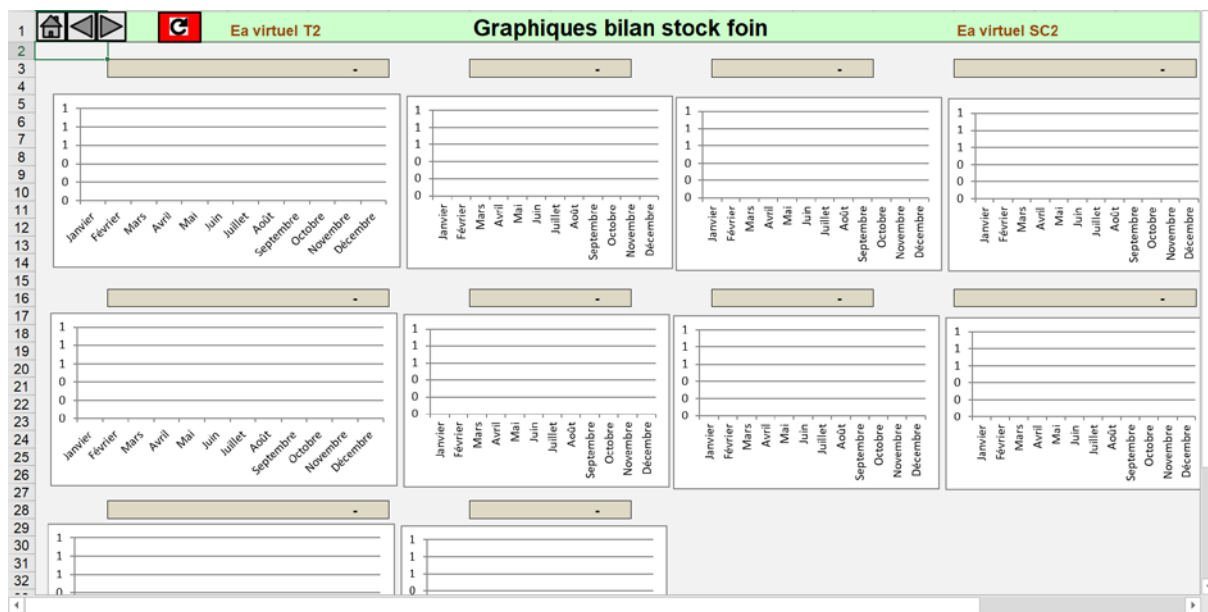
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1						Ea virtuel T2			Stocks fourrage			Ea virtuel SC2	
3			Nom fourrage	Mois démarrage stock									
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1						Ea virtuel T2			Prix achat intrants végétaux			Ea virtuel SC2		
3														
4			Vivriers											
5			Nom	p.u.										
6			Riz paddy	-										
7														
8			Semences											
9			Nom	p.u.										
10			Pennl. kizozl											
11			Mais fourrager											
12			Riz paddy											
13			Mais											
14			Radis fourrager	6600										
15			-											
16			-											
17			-											
18			-											
19			-											
20			-											
21			-											
22			-											
23			-											
24			-											
25			-											
26			-											
27			-											
28			-											
29			-											
30			-											
31														
32														
33														
34														

</

[illegible]





Bilan ensilage

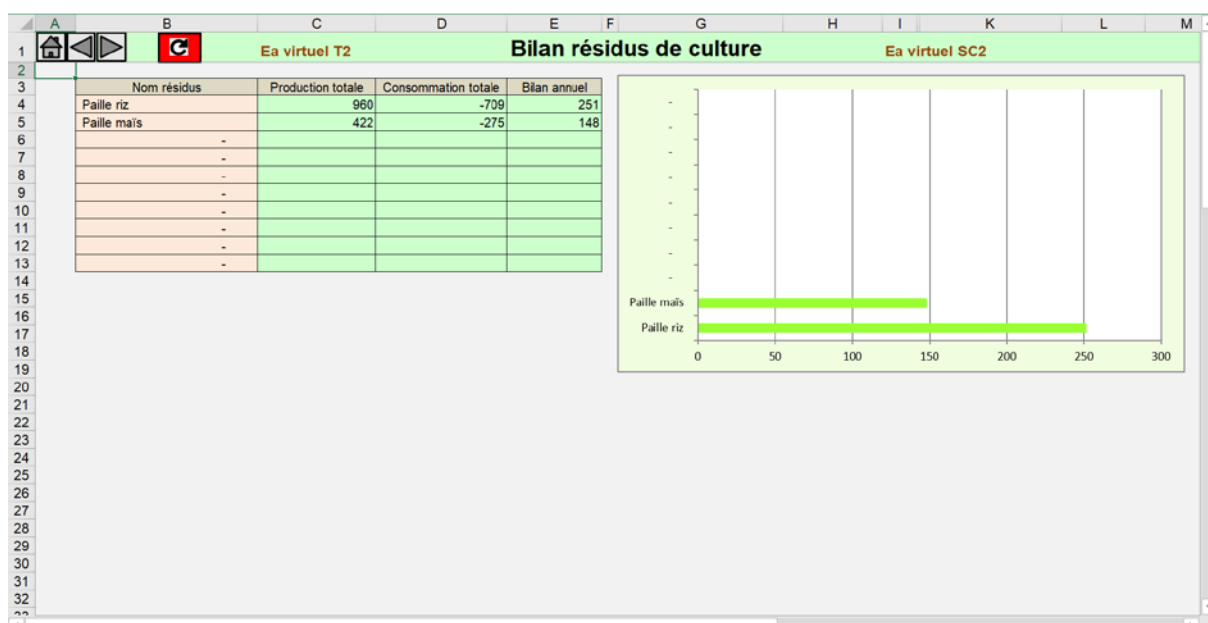
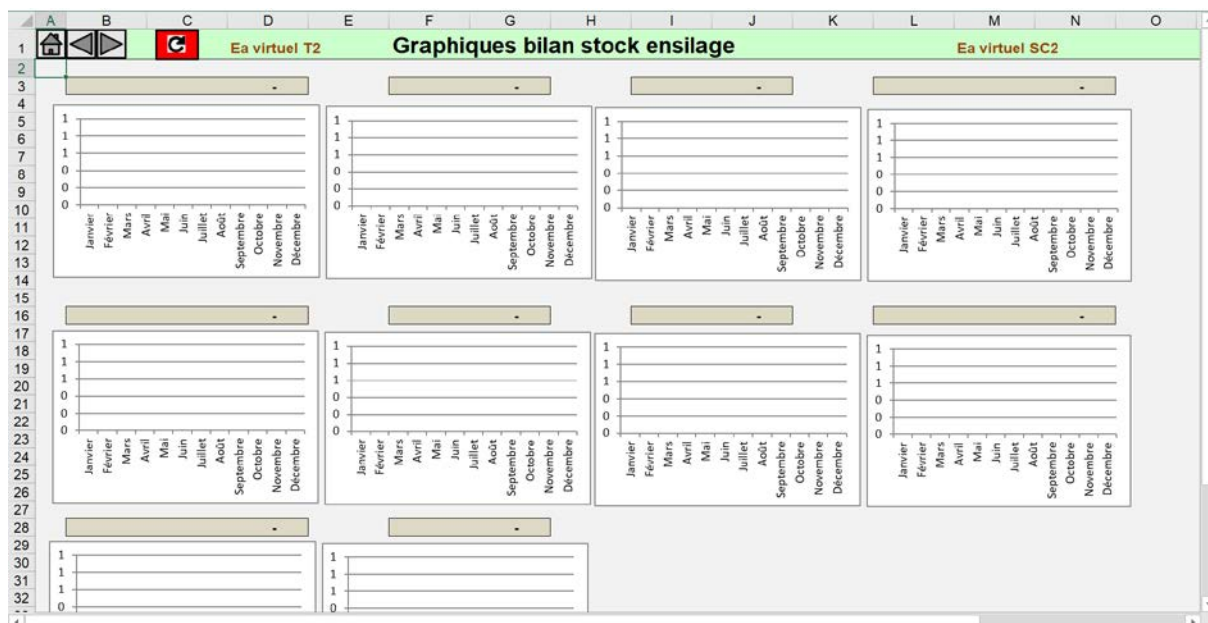
Ea virtuel T2 Ea virtuel SC2

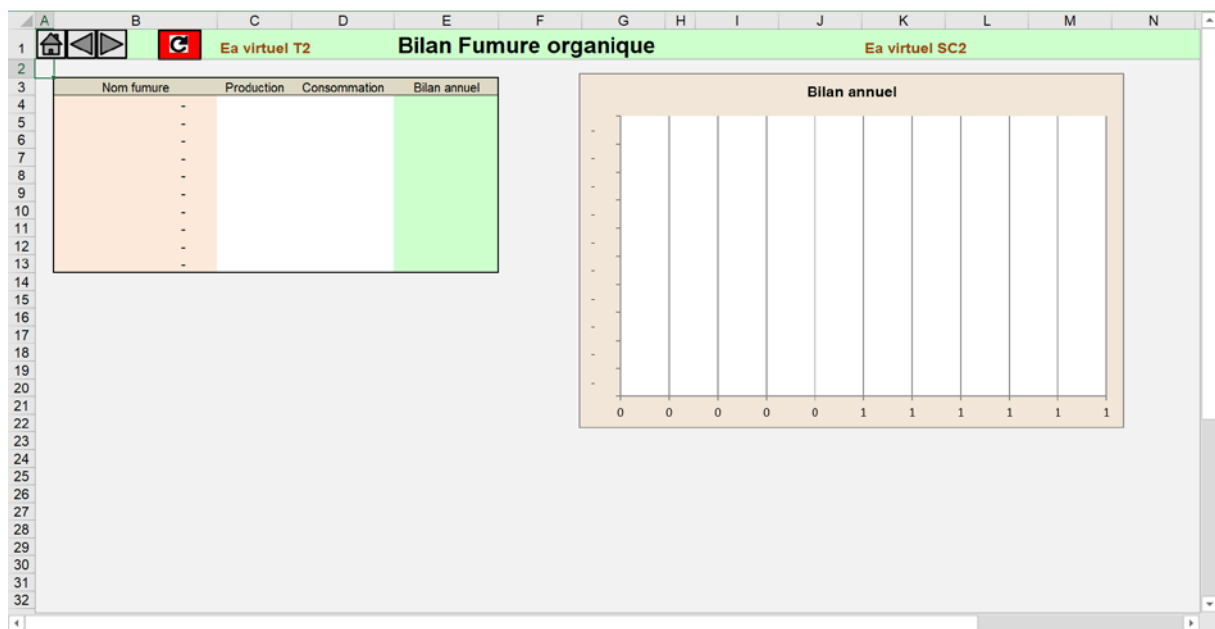
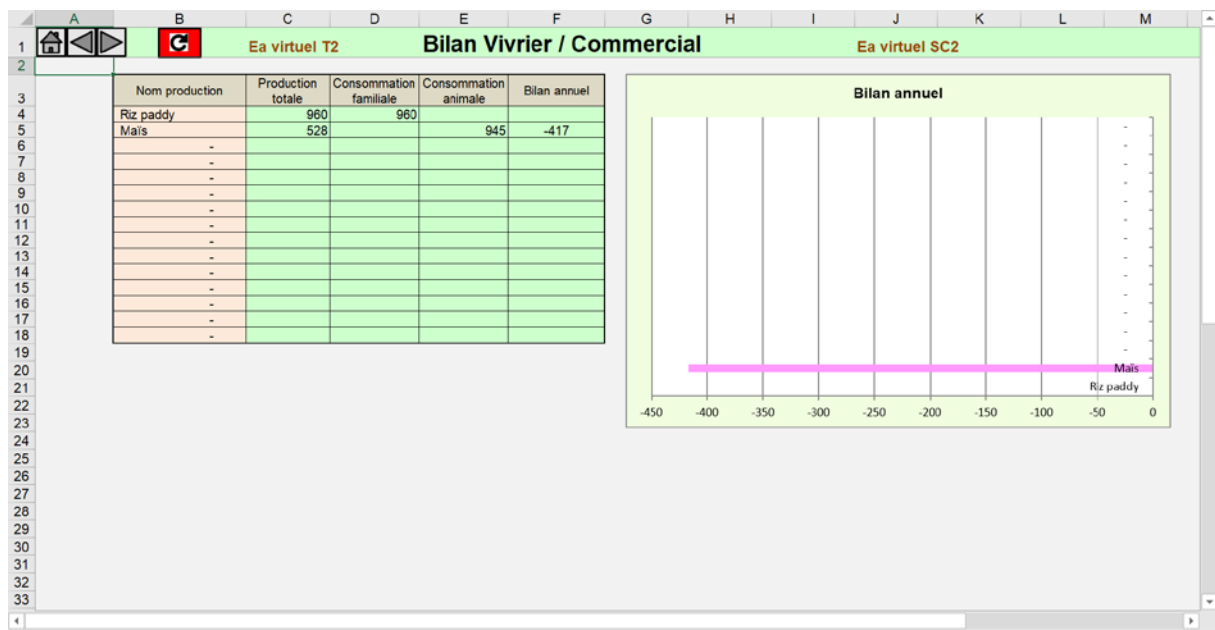
Bilan ensilage

Nom Fourrage Ensilage	Production totale	Consommation totale	Bilan annuel
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

Bilan stock ensilage

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
-												
-												
-												
-												
-												
-												
-												
-												





Annexe 18. Rendements des cultures vivrières et commerciales retenus dans les simulations (kg/ha)

Riz paddy	3000
Maïs grain	2400
Manioc	2500

Annexe 19. Rendements totaux des cultures fourragères retenus pour les simulations (kg/ha) et distribution durant les douze mois de l'année (%)

	Rendement total	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Chloris	30 000	17	21	17	15	15	0	0	0	0	0	0	17
Foin de chloris	30 000		45		25								
Bracharia decumbens	64 000	17	22	19	14	9	0	0	0	0	0	9	11
Vesce	24 000	0	0	0	0	0	19	19	22	22	20	0	0
Vakinankaratra													
Pennisetum	90 000	18	14	13	13	13	0	0	0	0	0	14	16
Maïs fourrager	24 000	15	19	17	13	11	0	0	0	0	0	11	15
Avoine	24 000	0	0	0	0	0	17	22	22	22	17	0	0
Ray grass	40 000	0	0	0	0	0	15	18	18	18	18	15	0
Radis fourrager	80 000						20	20	20	20	20		